

Rapport

R5:1970

**Armeringens verkliga
läge i konstruktionen
— en undersökning**

Sven-Erik Bjerking

Byggforskningen

Armeringens verkliga läge i betongkonstruktionen — en mätundersökning

Sven-Erik Bjerking

Bärigheten i en armerad konstruktion är givetvis i högsta grad beroende av var i konstruktionen armeringsstängerna ligger. Med tanke på det hårda arbetstempo som råder på byggnadsplatserna idag kan man misstänka att de inte har de lägen som avsetts.

Genom studier på olika arbetsplatser i Sverige, diskussioner med leverantörer, arbetsledning, armerare och byggnadsinspektörer om arbetsmetoder och kontroll har man kunnat konstatera att armeringen monteras på ungefär samma sätt i hela landet. Den omsorg eller brist på omsorg som visas tycks vara likartad över hela landet.

Bygghälsningsrapport R5:1970 redovisar en serie mätundersökningar som har gjorts vid olika byggnadsobjekt i Uppsala och dess närhet. Resultaten bör kunna betraktas som representativa för hela landet och kan tillsammans med de studier som gjorts runt om i landet ge svar på den aktuella frågan.

Mätundersökningarna har främst gällt överkantsarmeringen i plana bjälklag men också i någon mån armering i väggar. Överkantsarmeringens läge har undersökts för såväl statistiskt verk samma armeringsstänger över mittstöd som över ändstöd. Vid vissa objekt har man armerat på traditionellt sätt med lösa stänger, på andra har man använt överkantsbyglar eller överkantsmattor av olika slag. Resultaten har bearbetats statistiskt varvid de olika armeringssystemen detaljstuderats och jämförts.

Mätningssystem

Mätningarna utfördes utefter linjer parallella med mittstödet, ändstödet eller väggen, dels efter slutförd montering, dels sedan betongen hårdnat efter gjutningen.

Före armeringens ingjutning mättes avståndet mellan de enskilda armeringsstängernas överyta och betongformens översida. Mätningarna gjordes med ett för ändamålet tillverkat redskap.

Efter armeringens ingjutning mättes dels höjdnivån hos betongplattans över- och undersidor med hjälp av ett avvägningsinstrument med måttstång, dels betongtäckskiktet mellan betongplattans översida och de enskilda armeringsstängernas överyta med hjälp

av en magnetisk täckskiktsmätare typ Teba N6.

Statistisk bearbetning

Medelvärdena samt högsta och lägsta värdena för armeringens verkliga läge i betongkonstruktionen visas i bilagor med tabeller, diagram och frekvenskurvor. Figuren på nästa sida är ett exempel på diagram och frekvenskurva för ett mätområde på en byggnadsplats.

Resultat

Resultaten av studierna och mätningarna på byggnadsplatserna visar klart att måttaktigheten på armeringens läge i betongkonstruktionerna är mycket dålig. Man kan i diagram och frekvenskurvor från mätningarna lätt se att avvikelserna illa uppfyller de toleranskrav som ställs i de nya betongbestämmelserna.

Armeringsmaterialet, såväl de statistiskt verk samma armeringsenheter som monteringsanordningarna, visade avvikelser i mått. Armeringsenheter av s.k. monteringsfärdig överkantsarmering, typ överkantsmattor och överkantsbyglar, som är avsedda att med sina stöd vila direkt på formen, var inte helt måttaktiga i höjd.

Monteringsanordningar utgörande långsgående armeringsstänger, uppburna av små monteringsstöd, s.k. kattfötter, avsedda att vila på underkantsarmeringen, ges ofta med avsikt för låg höjd, eftersom underkantsarmeringen är ett tämligen ojämnt underlag. Denna ligger t.ex. för högt på grund av skarvar, för högt uppgjutna väggar eller för tjocka distansklotsar.

Arbetet med monteringen uppvisade brister i måttnoggrannhet hos samtliga objekt. Överkantsarmering av raka stänger över mittstöd saknade i anmärkningsvärt många fall monteringsstöd i mitten, vilket medfört att armeringen hängt ner och kommit för lågt.

Överkantsarmering av alla typer kan få felaktiga höjder, eftersom den vilar på balkarmering, avloppsledningar o.d. Ibland har armeringen helt enkelt klippts av eller slopats där framkomligheten spärrats av trummor eller ledningar.

Averkan på den monterade armeringen är mycket vanlig. Uppstickande stänger förs åt sidan för transport

Bygghälsningen Sammanfattningar

R5:1970

Denna rapport utgör tillsammans med Bygghälsningens rapport R6:1970 "Montering av armering" en redovisning av en forskningsuppgift om montering av armering som utförts med medel från Bygghälsningsrådet. Avsikten var att utreda hur armeringsarbetet går till på olika byggnadsplatser i landet, och i vilken utsträckning armeringens verkliga läge i konstruktionen är det som avsetts vid konstruktionsarbetet. Man befarade att det hårda arbetstempot m.m. på byggarbetsplatserna medfört att noggrannheten vid armeringsarbetet minskat. Mätundersökningarna har bevisat att farhågorna var befogade, åtminstone vad gäller överkantsarmering i plana bjälklag och armering i väggar, som undersökningen främst gällt. Monteringen visade brister vid samtliga objekt. Överkantsarmering av raka stänger t.ex. saknade monteringsstöd i mitten, uppstickande stänger hade böjts åt sidan för att underlätta framkomligheten eller för att ge plats för vibrostaven vid betonggjutningen.

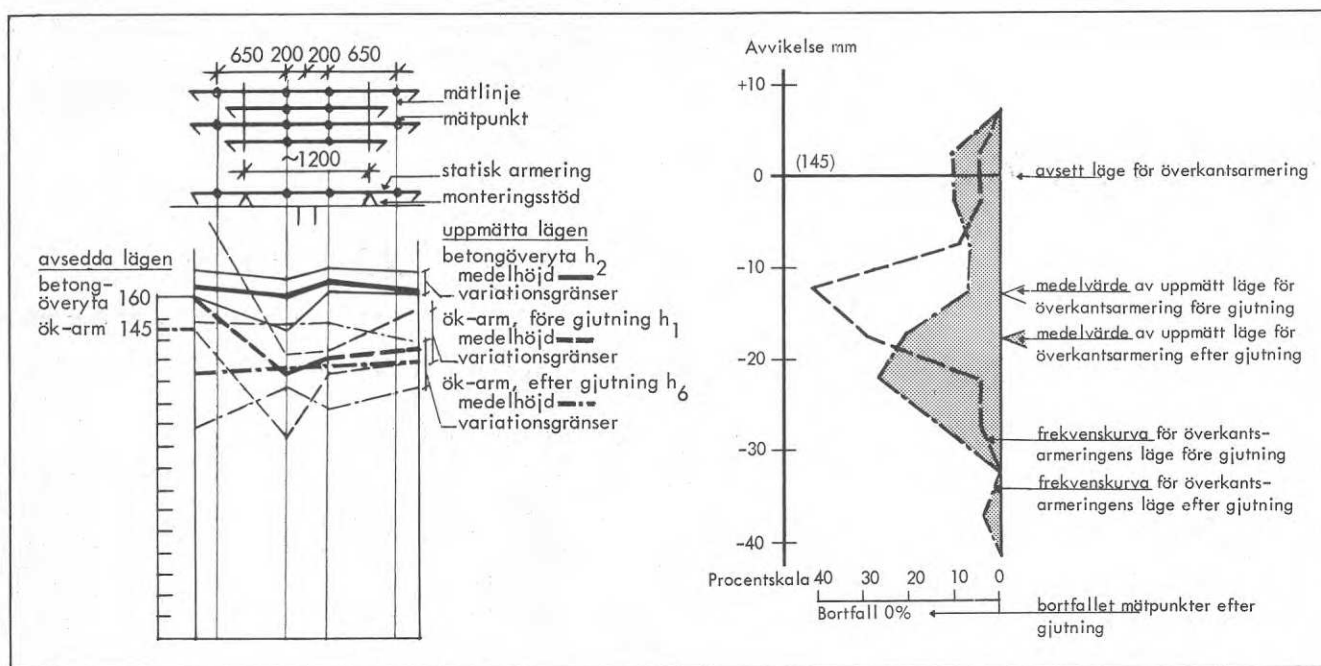
UDK 693.554

Sammanfattning av:

Bjerking, S-E, 1970, Armeringens verkliga läge i betongkonstruktionen. En mätundersökning (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R5:1970, 88 s., ill. 15 kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm. 08-24 28 60.

Abonnemangsgrupp: k (konstruktion).



och gångvägar eller bockas och böjs på ett vårdslöst sätt. Horisontellt lig-gande stänger trampas ned och rub-bas vid installationer av olika slag.

Åverkan vid betonggjutningen är mycket kraftig. Klena eller bristfälligt monterade armeringsstänger blir myc-ket deformerade, när arbetarna tram-par på dem eller när gjutsatsen töms på formen. Det förekom dock också att rubbade armeringsstänger blev hjälpligt tillrättade under arbetets gång.

Plattjockleken är nästan utan un-dantag tjockare än vad som föreskri-

vits. Detta beror oftast på att för högt monterad överkantsarmering försetts med ett tillräckligt täcksikt. Det rå-der nämligen god följsamhet mellan överkantsarmeringens läge och platt-jockleken, vilket säkert beror på att arbetaren med ögonmått sett till att täcksiktet blivit någorlunda jämnt.

Täcksiktets tjocklek är genomgå-ende större än den föreskrivna. Det går nämligen lättare att jämna till be-tongplattans översida om överkantsar-meringen ligger djupt nedbäddad i be-tongen.

Väggarmeringen gick ofta lätt att

rubba för hand och kom också lätt ur läge vid arbetet med olika installa-tioner i väggen. Även betongsatserna och vibrostaven åverkar väggarme-ringen. Den s.k. centriska armeringen i väggar blir inte centrisk utan måste ligga på den ena eller andra sidan för att ge plats för vibrostaven.

Undersökningarna visar att det krävs stora insatser för att förbättra metoderna för såväl armeringen som betonggjutningen liksom för kontrol-len. Armeringens verkliga läge i kon-struktionen bör ju motsvara det som beräknats och beslutats.

The actual position of the reinforcement in a concrete structure

An investigation by measurement

Sven-Erik Bjerking

The load-bearing capacity of a reinforced concrete structure is primarily dependent on the location of the reinforcing bars in the structure. Bearing in mind the accelerated working pace at construction sites today, it can be suspected that the designed position is often not maintained accurately.

Studies at different building sites in Sweden, discussions with suppliers, managements, building workers and inspectors about methods of working and inspection have revealed that reinforcement is fitted in much the same manner throughout the country. The care or lack of care that is shown appears to be similar in all parts of Sweden.

Building Research Report R5:1970 gives an account of a series of measurement studies that were carried out at different construction projects in the Uppsala area. It should be possible to consider the results as representative for the whole of Sweden and, together with the studies that have been undertaken all over the country, they can provide the answer to the question of present interest.

The investigations by measurement have been concerned primarily with the top reinforcement in flat floor slabs, but also to a certain extent with reinforcement in walls. Top reinforcement positions have been examined for statically loaded reinforcing bars over middle supports and over end supports. On certain jobs the reinforcing has been done in the traditional manner with loose bars, on others use has been made of top binders or steel fabrics of different kinds. The results have been processed statistically, the different systems of reinforcement being studied in detail and compared.

Methods of measurement

Measurements were taken along lines parallel to the middle support, the end support or the wall, firstly after erection was completed, then after the concrete had been placed and allowed to harden.

Before the embedment of the reinforcement measurements were taken of the distance between the upper surface (top of the deformations) of the separate bars and the top of the formwork for the concrete. Readings were taken with an instrument specially made for this purpose.

After the embedment of the reinforcement measurements were taken of the elevations of the top and the bottom of the concrete slab with the aid of a leveling instrument with graduated rod, and of the concrete cover between the top face of the slab and the upper surface of the separate reinforcing bars by means of a magnetic thickness gauge of Teba N6 type.

Statistical processing

The mean values and the respective highest and lowest values for the actual position of the reinforcement in a concrete structure are given in appendixes with tables, diagrams and frequency curves. The figure below is an example of diagrams and a frequency curve for a range of measurement on a building site.

Results

The results of the studies and the measurements at site demonstrate clearly that the dimensional accuracy of the position of the reinforcement in concrete structures is very poor. In graphs and frequency curves it is easy to see that deviations have bad conformity to the tolerance requirements stipulated in the new Swedish concrete code.

The material of the reinforcement, both statically loaded reinforcement units and erection devices has dimensional deviations. Reinforcement units of so-called prefabricated top reinforcement type, top steel fabrics and top binders designed to rest directly on the formwork on their supports, were not completely correct as regards height dimensions.

Placing devices consisting of longitudinal reinforcing bars carried on small supports, so-called bar chairs, designed to rest on the bottom reinforcement, are often given a low height intentionally, as the bottom reinforcement is a rather uneven foundation. It will be too high due to e.g. joints, walls that have been cast too high or spacers that are too thick.

Erection work showed discrepancies in dimensional accuracy for all elements. Top reinforcements of straight bars over middle supports had no erection support in the middle in a remarkably large number of cases, and this allowed the reinforcement to sag and come too low down.

National Swedish Building Research Summaries

R5:1970

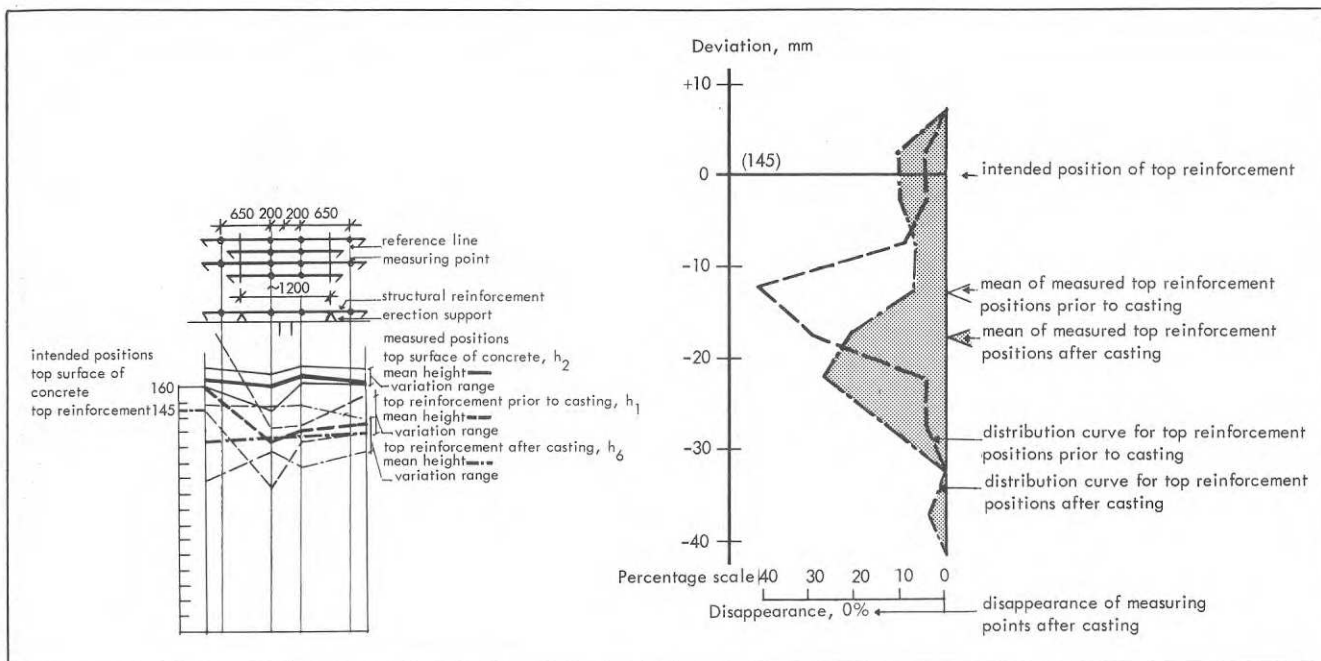
This report, in conjunction with Building Research Report R6:1970 "Erection of reinforcement", gives an account of a research project on the erection of reinforcement that was undertaken with funds from the Building Research Council. The purpose of the study was to investigate how reinforcement work was carried out at different building sites in Sweden, and to what extent the actual position of the reinforcement in the structure corresponds to that stipulated by the design drawings. It was feared that the accelerated working pace etc. at the building sites had resulted in reduced accuracy of reinforcement work. The measurement studies have proved that these misgivings were justified, at least as regards top reinforcement in flat floor slabs and reinforcement in walls, with which the investigation was primarily concerned. Discrepancies in erection were evident in all cases. Top reinforcement of straight bars, for example, had no support in the middle, projecting rods had been bent to one side to facilitate accessibility or to provide space for vibrator rods when concreting.

UDC 693.554

Summary of:

Bjerking, S-E, 1970, *Armeringens verkliga läge i betongkonstruktionen. En mätundersökning* [The actual position of the reinforcement in a concrete structure. An investigation by measurement] (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R5:1970, 88 p., ill. 15 Sw.kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, S-111 84 Stockholm, Sweden.



Top reinforcements of all kinds can have incorrect heights, since they rest on beam reinforcements, waste pipes etc. In some cases the reinforcement has been simply cut off or omitted where accessibility has been blocked by ducts or pipes.

Damage to the erected reinforcement is very common. Rods that project upwards are pushed to one side to provide passage for transport or walkways are bent in a negligent way. Horizontal bars are trodden down and displaced when installing service lines of different kinds.

Damage during concreting is very severe. Weak or badly erected reinforcing bars are very severely deformed

when trodden on or when the batch of concrete is emptied into the formwork. It did happen, however, that displaced bars were corrected tolerably during the course of the work.

The slab thickness was greater than that specified almost without exception. In most cases this is due to top reinforcement that has been placed too high and provided with an adequate cover. Actually there is good agreement between the position of the top reinforcement and the slab thickness, which is certainly dependent on the fact that the cover has been kept more or less level by eye.

In all cases the thickness of the cover was greater than that prescribed. It is easier to level off the top face of the

slab if the top reinforcement is deeply embedded in the concrete.

The wall reinforcement was often easy to move by hand, and was readily displaced by work on different installations in the wall. Concrete batches and vibrator rods also damage the wall reinforcement. The so-called centric reinforcement in walls is not centric, but must be moved to one side to provide room for the vibrator rod.

The investigations show that greater efforts must be made to improve both methods of reinforcing and of casting and also methods of inspection. The actual position of the reinforcement in a structure should correspond to the position calculated and decided upon.

ARMERINGENS VERKLIGA LÄGE I KONSTRUKTIONEN - EN UNDERSÖKNING

The actual position of the reinforcement in a concrete structure. An investigation by measurement

av Sven-Erik Bjerking
Bjerking Konsulterande Ingenjörbyrå AB, Uppsala

INNEHÅLL

1	INLEDNING	9
2	UNDERKANTSARMERING I PLANA BJÄKLKLAG	11
3	ÖVERKANTSARMERING I PLANA BJÄKLKLAG	12
	Mättningsobjekt	12
	Mättningsmetoder	12
	Mättningsrutin	16
	Mättningstoleranser och korrektioner	17
4	ARMERING I VÄGGAR	19
	Mättningsobjekt	19
	Mättningsmetoder	20
	Mättningsrutin	21
	Mättningstoleranser och korrektioner	22
5	STATISTISK BEARBETNING	24
6	IAKTTAGELSER UNDER MÄTNINGARNA	25
	Montering av bjälklagsarmeringen	25
	Ingjutning av bjälklagsarmeringen.	26
	Montering av väggarmeringen	26
	Ingjutning av väggarmeringen	27
7	TOLKNING AV MÄTRESULTATEN	28
	Överkantsarmering i bjälklag	28
	Armering i väggar	29
8	SLUTORD	30

BILAGOR

1-13,	Tabeller utvisande medelvärde samt högsta och lägsta värdet för betongens överyta samt armeringens läge före och efter ingjutningen i betongkonstruktionen	31
14-38,	Diagram utvisande medelvärde samt högsta och lägsta värdet för betongens yta samt armeringens läge före och efter ingjutningen i betongkonstruktionen	45
39-47,	Frekvenskurvor utvisande fördelningen av armeringsstängernas avvikelser från det avsedda läget.	71
48-51,	Redovisning utvisande lägena hos bjälklagsformens översida före och efter gjutningen	83

1 INLEDNING

Vid uppförandet av byggnadsstommar blir det allt hårdare arbetstempot ofta till förfång för noggrannheten hos såväl armeringen som betonggjutningen. Man kan verkligen befara att armeringen i själva verket inte har det läge i den färdiga betongkonstruktionen som avsetts.

I syfte att ta reda på de verkliga förhållandena på byggnadsplatserna runt om i Sverige har under åren 1967-68 gjorts studier av arbetsmetoderna med mätningar av armeringens lägen i betongkonstruktionerna. Genom dessa studier samt diskussioner med arbetsledning, leverantörer, armerare och byggnadsinspektörer om arbetsmetoder och kontroll har man kunnat konstatera att armeringen monteras på ungefär samma sätt i hela landet. De små olikheter som förekommer har ingen traditionell anknytning till orten, utan är helt beroende av de enskilda armerarnas kunnighet, omsorg eller brist på omsorg.

De mätningar som redovisas i denna rapport har utförts på olika arbetsobjekt i Uppsala och dess närhet.

Det kunde kanske i och för sig vara roligt att veta om några mättingsresultat är geografiskt betingade. Det är emellertid både svårt och kostsamt att utföra mätningar på avlägsna orter. Särskilt är detta fallet på arbetsplatser med avancerad organisation, eftersom man inte har någon lång tidsmarginal mellan monteringen av armeringen och därpå följande betonggjutning.

Eftersom iakttagelserna, från Malmö i söder till Luleå i norr, gett likartade intryck överallt bör mätresultaten kunna betraktas som representativa för hela landet och bör i kombination med studierna i övrigt kunna ge svar på frågan om armeringens verkliga läge i konstruktionen.

Mätningarna av armeringens lägen har omfattat dels lägena i färdigmonterat skick före ingjutningen i betongen, dels lägena efter ingjutningen i betongen.

2 UNDERKANTSARMERING I PLANA BJÄLKLAG

Underkantsarmeringens läge har tidigare studerats av Arne Johansson och Birger Warris, som redovisat sina resultat i Byggforskningens rapport nr 30/68.

Av dessa resultat framgår att underkantsarmeringens läge i den färdiga betongkonstruktionen, beroende på olika omständigheter, ligger högre än det avsedda läget, med i medeltal + 5,4 mm, där högsta värdet är + 22,0 mm och lägsta - 10,0 mm.

Eftersom det således redan finns kännedom om lägena hos den armering, som ligger i underkant i plana bjälklag, går denna undersökning inte in på detta område.

3 ÖVERKANTSARMERING I PLANA BJÄLKLAG

Överkantsarmeringens läge har undersökts för såväl statiskt verksamma armeringsstänger över mittstöd (mellanvägg) som över ändstöd (yttervägg eller trapphusvägg). Undersökningarna har försiggått dels där man armerat på traditionellt sätt med raka stänger på monteringsjärn och dels där man använt överkantsbyglar och överkantsmattor av olika slag. Resultaten har gjorts till föremål för statistisk bearbetning. De olika armeringssystemen har detaljstuderats och jämförts.

Mätningssubjekt

Som lämpliga undersökningsobjekt ansågs platsbyggda bostadshus, som i regel har små spännvidder hos bjälklagen med s.k. minimiarmering. Överkantsstängerna är då i regel inte grövre än 10 mm och därför känsliga för åverkan. Betonggjutningen sker enligt klass II, varvid betongen transporteras till sina platser med hjälp av kran och behandlas med stavvibrator. Urvalet mellan de olika bostadsobjekten har sedan skett efter tillgången till byggen, som befunnit sig i för mätningarna lämpliga arbetsskeden och där de olika armeringssystemen varit representerade.

Som redan antytts är byggnadstakten på många ställen högt uppdriven, vilket medfört problem att anpassa mätningarna till de olika arbetsmomenten. I flera fall har bjälklagen snabbt blivit belamrade med byggnadsmaterial, så att kompletta mätningar omöjliggjorts. I andra fall har vid gjutning betong spillts på mätstället så att mätningar inte kunnat göras där. Dessa förhållanden har förorsakat visst bortfall vid mätningarna, ofta 20-30 % och i något fall ända till 50 %.

Platserna för de utförda mätningarna och de där använda armeringssystemen framgår av uppställningen på nästa sida.

Mätningssmetoder

Mätningarna har skett utefter linjer, parallella med stödet (väggen), (FIG. 1).

Följande mätredskap har använts:

- A Vanligt avvägningsinstrument med mätstång för fastställande av nivån hos betongformen och betongplattans över- och undersida (FIG. 2).

Bygg- nads- plats nr	Byggnadsdel bjälklag	Armeringssystem och dimension	Antal mät- punkter
1	mittstöd över 10 väggar	ök-matta typ A φ 10	530
2	4 väggar	ök-matta typ C φ 10	334
3	7 väggar	ök-matta typ B φ 7,5-10	524
4	mittstöd över 6 väggar ändstöd över 1 vägg	ök-matta typ C φ 10 ök-bygel typ D φ 10	297 32
5	mittstöd 2 väggar	ök-matta typ B φ 7,5	160
6	mittstöd över 7 väggar	ök-bygel typ D φ 10	170
7	mittstöd över 2 väggar 1 vägg ändstöd över 5 väggar	raka stänger φ 10 φ 12 φ 10	224 96 126
8	mittstöd över 13 väggar	raka stänger φ 10	407
9	mittstöd över 4 väggar	raka stänger φ 10	297
10	ändstöd över 2 väggar	raka stänger φ 10	82
11	mittstöd över 5 väggar	raka stänger φ 10	218

B Mätinstrument för fastställande av armeringsstängernas höjd över betongformen (FIG. 3).

C Elektromagnetisk täckskiktsmätare typ TEBA N6 för fastställande av armeringsstängernas nivå under betongplattans överyta (FIG. 4).

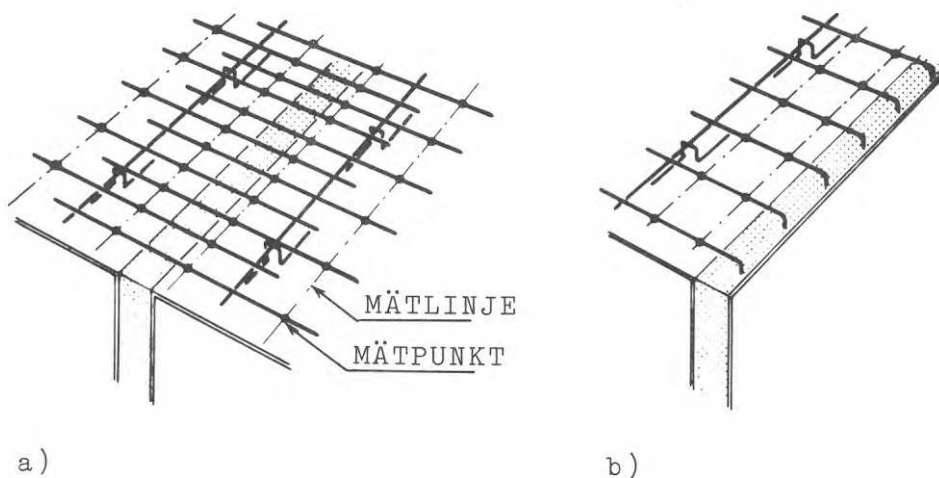
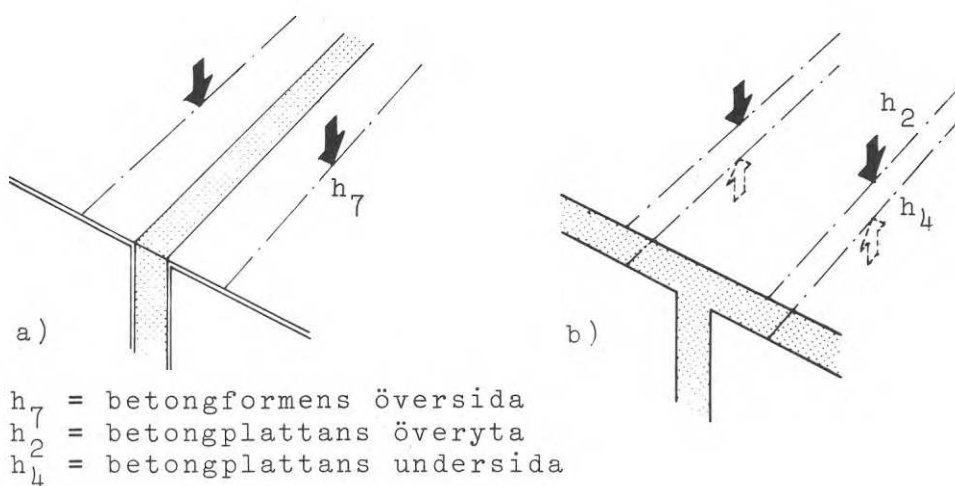


FIG. 1. a) Mätpunkternas lägen vid armering över mittstöd före ingjutningen. b) Mätpunkternas lägen vid armering över ändstöd före ingjutningen.

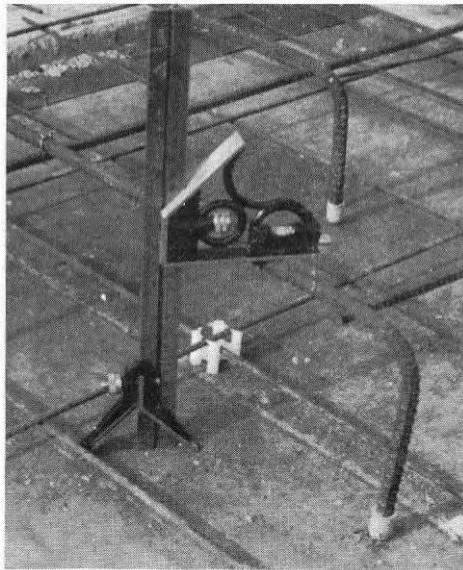
a) Positions of measurement points for reinforcement over middle support before concreting. b) Positions of measurement points for reinforcement over end supports before concreting.



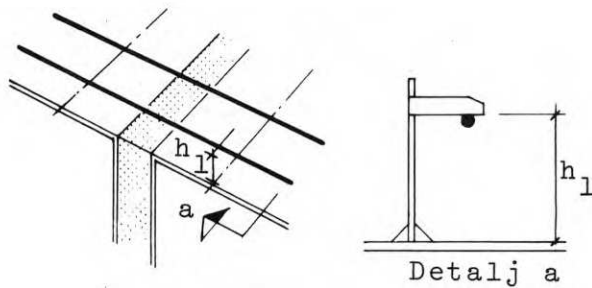
h_7 = betongformens översida
 h_2 = betongplattans överyta
 h_4 = betongplattans undersida

FIG. 2. a) Betongformens nivå innan armeringen läggs i eller betongplattan gjutits. b) Nivåerna på betongplattans över- resp. undersida sedan betongformen tagits bort.

a) Level of formwork before the reinforcement is inserted or the concrete slab is poured.
 b) Levels of top and bottom faces of concrete slab after formwork has been removed.



a)

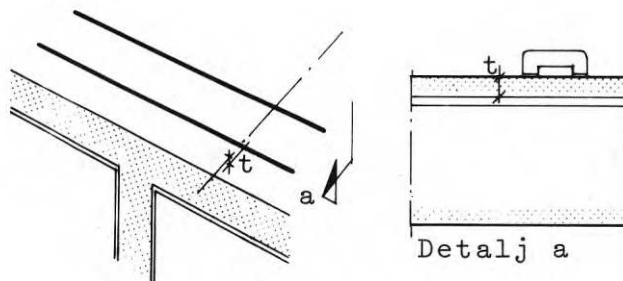


h_1 = avståndet från översidan av armeringsstängen i överkantsarmeringen till översidan av betongformen före ingjutningen

b)

FIG. 3. a) Fotografi av mätinstrument för bestämning av armeringsstångernas höjd över betongformen. b) Figur av do.

a) Photograph of measuring instrument for determining the height of reinforcing bars above the formwork. b) Diagram of the illustration.



t = täckskiktet, dvs. avståndet från betongplattans överyta till översidan av armeringsstängen i överkantsarmeringen

FIG. 4.

Mätningsrutin

Före armeringens ingjutning:

- 1 Mätning och uppritning av det aktuella armerings-systemet med uppgifter på dels den statiskt verksamma armeringen och dels monteringsanordningarna beträffande c/c-avstånd, dimensioner m.m. samt bestämning av mätpunkterna (FIG. 5).
- 2 Mätning av avståndet h_1 mellan de enskilda armeringsstängernas överytor och formöversidan (FIG. 6).
- 3 Stickprovsvis mätning av formöversidans höjdnivå h_7 på i formen islagen spik (FIG. 6).

Efter armeringens ingjutning:

- 4 Mätning av täckskiktet t mellan betongplattans översida och de enskilda armeringsstängernas överytor (FIG. 7).
- 5 Mätning av höjdnivån h_2 och h_4 hos betongplattans över- resp. undersidor, h_2 vid varje täckskiktsmätpunkt, h_4 på ett mindre antal punkter, varvid görs medelvärdesbestämningar. Vid mätningarna användes referenspunkter h_3 och h_5 (FIG. 7).
- 6 Stickprovsvis mätning av formöversidans höjdnivå h_8 på den i formen islagna spiken, som nu gjutits in (FIG. 7).
- 7 Uträkning av avståndet h_6 mellan de enskilda armeringsstängernas överytor och betongplattans underkant (FIG. 7).

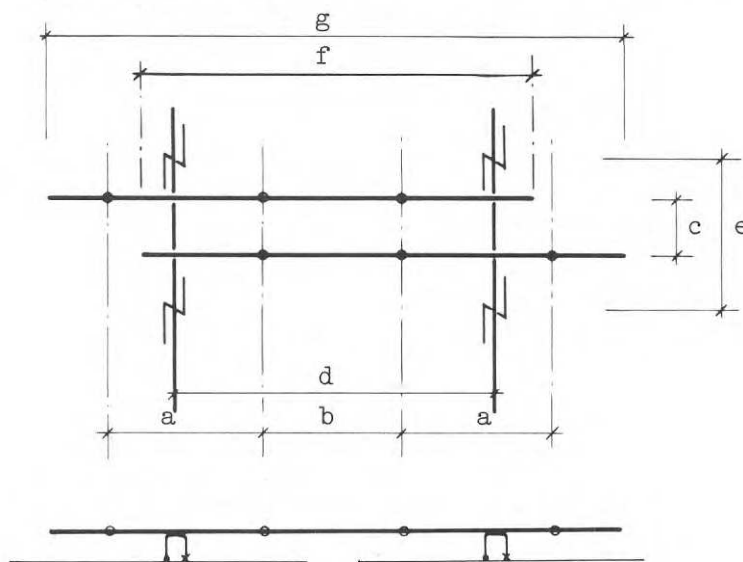


FIG. 5.

- a = avstånd mellan mätpunkter
 b = avståndet mellan de statiskt verksamma armeringsstängerna i överkantsarmeringen
 c = avståndet mellan stöden till monteringsjärnen
 d = avståndet mellan inre stångändarna i överkantsarmeringen
 e = avståndet mellan yttre stångändarna i överkantsarmeringen

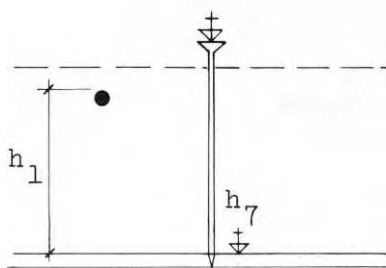


FIG. 6.

- h_1 = avståndet från översidan av armeringsstäng i överkantsarmeringen till översidan av betongformen
- h_7 = betongformens översida innan den belastas av betong

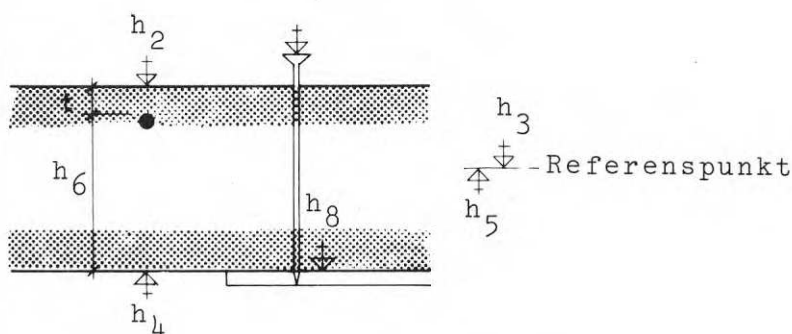


FIG. 7.

- t = täckskiktet
- h_2 = betongplattans överyta
- h_4 = betongplattans undersida
- h_3 = referenspunkter
- h_5 = referenspunkter
- h_6 = avståndet från översidan av armeringsstäng i överkantsarmeringen till betongplattans undersida
- h_8 = betongformens översida sedan den belastats med betong

Mätningstoleranser och korrektioner

Före armeringens ingjutning (uppskattning):

Avståndet h_1 :

Avläsningsfel på mätanordning	$\pm 0,5$ mm
Korrektion för kammarna	$- 1,0$ mm

Efter armeringens ingjutning (uppskattning):

Täckskiktet t :

Måtten gäller från topparna hos betongöversidans grova ytstruktur till de enskilda armeringsstångernas överytor mellan kammarna. Osäkerheten i mätvärdena ökar med ökat täckskikt.

Avläsningsfel på mätaren	max	för täckskikt
$\pm 0,1$ mm		< 10 mm
$\pm 0,2$ mm		$10 - 15$ mm
$\pm 0,3$ mm		$15 - 20$ mm
$\pm 0,6$ mm		$20 - 25$ mm
$\pm 1,0$ mm		$25 - 30$ mm
$\pm 1,5$ mm		$30 - 35$ mm
$\pm 3,0$ mm		$35 - 40$ mm

Mätningar av höjdnivåerna h_2 och h_4 för betongplattans över- resp. undersidor samt av höjdnivån h_3 och h_5 för referenspunkt.

Fel genom olika anliggningsytor för täckskiktsmätare och avväg- ningsstång	$\pm 0,5$ mm
Avläsningsfel för h_2	$\pm 0,5$ mm
Avläsningsfel för h_3 och h_5	$\pm 0,5$ mm
Avläsningsfel för h_4	$\pm 0,5$ mm
Fel genom medelvärdesbestämning- ar för h_4	$\pm 0,5$ mm

Mätningarna av formöversidornas höjdnivåer före och efter armeringsjärnens ingjutning.

Avläsningsfel för h_7	$\pm 0,5$ mm
Avläsningsfel för h_8	$\pm 0,5$ mm
Fel genom att punkten h_7 rubbats under gjutningen	$\pm 0,5$ mm

De maximala felen hos måtten blir då:

Före armeringens ingjutning	
måttet h_1	$\pm 0,5$ mm
måttet h_7	$\pm 1,0$ mm
Efter armeringens ingjutning	
måttet h_2	$\pm 1,0$ mm
måttet h_4	$\pm 1,0$ mm
måttet h_8	$\pm 1,5$ mm
måttet t	$\pm 0,1 - \pm 3,0$ mm
måttet h_6	$\pm 3,6 - \pm 6,5$ mm

Variationerna i måtten t och h_6 beror på storleken hos täckskiktet.

4 ARMERING I VÄGGAR

Väggarmeringens läge i såväl dubbelarmerade väggar som ensidigt armerade väggar har undersökts i relativt liten omfattning. Det visade sig nämligen vara svårt att hitta lämpliga mätobjekt. De flesta väggarna hade värmeisoleringsmaterial vid den sida av väggen, som innehöll armeringen, så att väggen var svåråtkomlig för mätning.

Mittarmerade väggar har inte undersökts, eftersom armeringens läge i dem inte bedömts vara av någon större betydelse ur statisk synpunkt.

Resultaten har statistiskt bearbetats och jämförts.

Mätningssubjekt

Som lämpliga undersökningsobjekt valdes också vid väggundersökningarna platsbyggda bostadshus, där väggarmeringen innehåller stänger som inte är grövre än ϕ 10 mm. Armeringen har genom de till synes dåliga monteringsanordningarna bedömts känsliga för åverkan.

Platserna för de utförda mätningarna och de där använda armeringssystemen framgår av nedanstående uppställning:

Byggnads-plats nr	Byggnadsdel	Armeringssystem och dimension	Antal mät-punkter
7	2 väggar	raka stänger enkelarmering insida ϕ 10	55
	3 väggar	raka stänger dubbelarmering utsida ϕ 10 insida ϕ 10	} 175
9	2 väggar	raka stänger dubbelarmering utsida ϕ 10	96
12	1 vägg	raka stänger enkelarmering insida ϕ 10	90

Mätningssmetoder

Mätningen har skett på de vertikala armeringsstängerna utefter horisontella linjer c/c 50 cm, såsom visas i nedanstående figur. Ingen mätning fick ske närmare än 100 mm från närmaste horisontella armeringsstång (FIG. 8).

Som mätredskap har använts:

- A Elektromagnetisk täckskiktsmätare typ TEBA N6 för fastställande av armeringsstängernas läge i förhållande till betongytan (FIG. 9).
- B 2 m lång rätskiva samt skjutmått för fastställande av betongytans avvikelse från lodlinjen (FIG. 10).

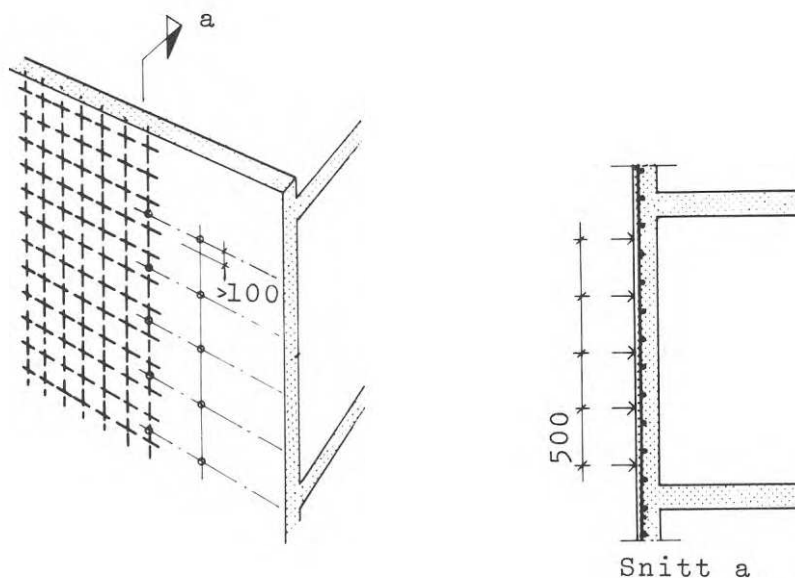


FIG. 8.

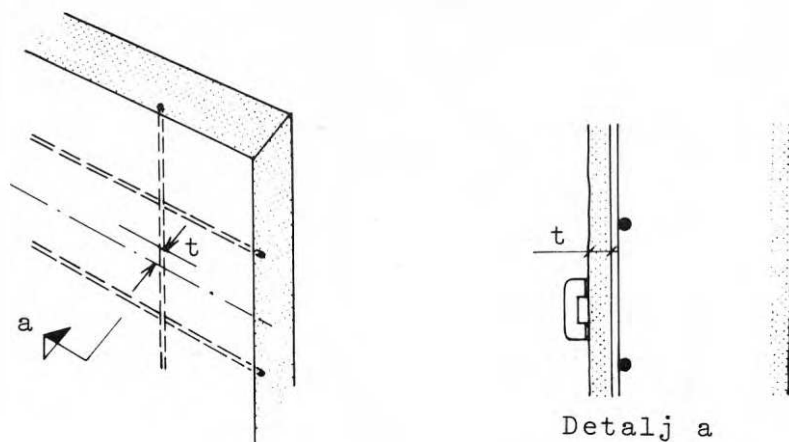


FIG. 9.

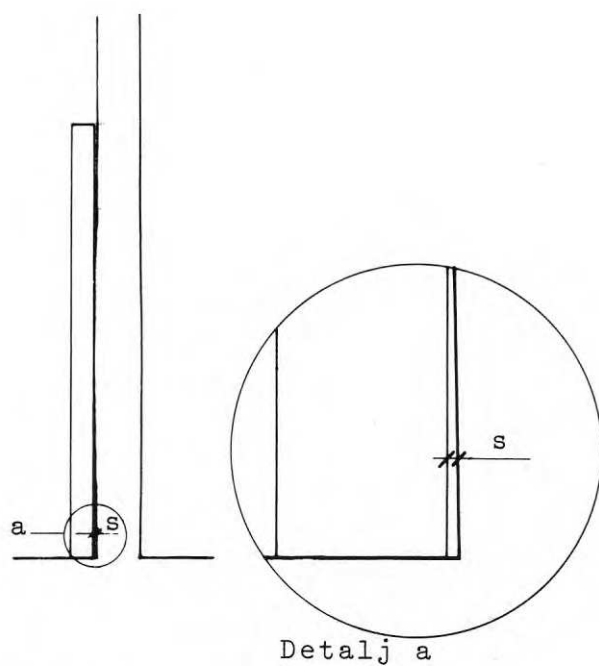


FIG. 10.

Mätningensrutin

Före armeringens ingjutning:

- 1 Mätning och uppritning av det aktuella armerings-systemet med uppgifter på dels den statiskt verk-samma armeringen och dels monteringsanordningarna (FIG. 11).

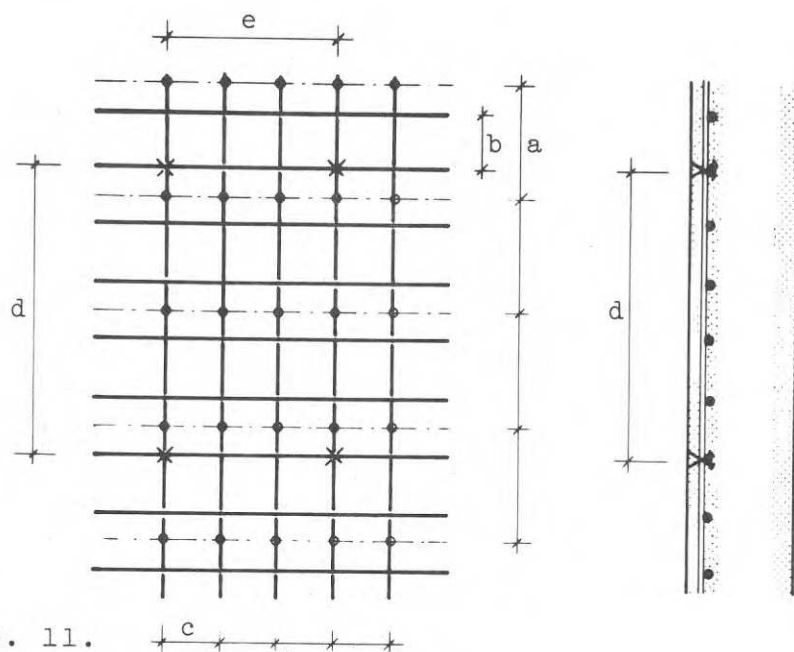


FIG. 11.

- a = avståndet mellan mätpunkter
- b = avståndet mellan statistiskt verksamma horisontella armeringsstängerna i väggarmeringen på den aktuella sidan
- c = avståndet mellan de statistiskt verksamma vertikala armeringsstängerna i väggarmeringen på den aktuella sidan
- d = avståndet mellan fästpunkterna för monteringsjärnen
- e = avståndet mellan de vertikala armeringsstänger som tjänstgör som monteringsjärn

I övrigt gjordes inga mätningar, eftersom armeringen var täckt av betongformen och svår att komma åt.

Efter armeringens ingjutning:

- 2 Mätning av täckskiktet t mellan betongväggs yta och de enskilda armeringsstängernas utsida (FIG. 12).
- 3 Mätning av betongväggs avvikelse s från "lodlinjen" vid varje täckskiktspunkt (FIG. 12).

Mätningstoleranser och korrektioner

Bedömningarna har varit i princip som föregående.

De maximala felen hos måttet t efter armeringens ingjutning blir då $\pm 0,1 - \pm 3,0$ mm, beroende på storleken hos täckskiktet.

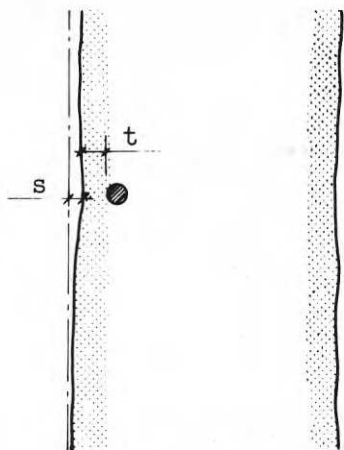


FIG. 12.

- s = väggytans avvikelse från lodlinjen
 t = täckskiktet, dvs. avståndet från betongväggens
 aktuella sidoyta och utsidan av armeringsstången
 i väggarmeringen

5 STATISTISK BEARBETNING

Armeringens läge före ingjutningen i en bjälklagsplatta, uttryckt i avståndet h_1 i mm från betongformen till armeringsstängernas översida, har bestämts och medelvärde av samtliga armeringsstänger har beräknats för följande:

- a Samtliga mätpunkter utefter en mätlinje, tillhörande en armeringsgrupp ovanför ett stöd (vägg). Medelvärde samt högsta resp. lägsta värde för varje mätlinje har angivits i diagram.
- b Samtliga mätpunkter i armeringsgruppen.
Mätvärdena har sammanställts i frekvenskurvor.

Armeringens läge efter ingjutningen i en bjälklagsplatta, uttryckt i avståndet h_6 i mm från betongformen till armeringsstängernas översida, har beräknats med ledning av mätresultaten från mätning av täckskiktet t och avvägning av betongytornas nivåer. Medelvärdena av samtliga mätpunkter har angivits i diagram och sammanställts i frekvenskurvor såsom föregående.

Bjälklagsplattans tjocklek, uttryckt i måttet H har beräknats med ledning av resultaten från avvägning av betongytornas nivåer. Medelvärdena jämte högsta och lägsta värdena för mätpunkterna har angivits i diagram.

Armeringens läge före och efter ingjutningen i en vägg, uttryckt i täckskiktstjockleken med måttet t med medelvärde och högsta resp. lägsta värdena har angivits i diagram.

Bilagorna nr 1 - 38 innehåller tabeller och diagram som visar medelvärde samt högsta och lägsta värde för armeringens läge vid vissa mätlinjer före resp. efter ingjutningen i betongkonstruktionen.

Bilagorna nr 39 - 47 innehåller frekvenskurvor, som visar fördelningen av armeringsstängernas avvikelser.

Bilagorna nr 48 - 51 innehåller redovisning över bjälklagsformens rörelser under gjutningen.

6 IAKTTAGELSER UNDER MÄTNINGARNA

Under mätningarna studerades arbetsmetoderna och de olika anordningar, som hade inflytande på arbetsresultatet. Det gällde ju att utröna orsakerna till eventuella misslyckanden.

Montering av bjälklagsarmeringen

Armeringsmaterialet, såväl de statiskt verksamma armeringsenheterna som monteringsanordningarna visade avvikelser i mått, såsom följer.

Armeringsenheter av s.k. monteringsfärdig överkantsarmering, typ överkantsmattor och överkantsbygglar, som är avsedda att med sina stöd vila direkt på formen, var inte alldeles måttriktiga i höjd.

Monteringsanordningar utgörande längsgående armeringsstänger, uppburna av små monteringsstöd, s.k. kattfötter, avsedda att vila på underkantsarmeringen, ges ofta med avsikt för låg höjd, eftersom underkantsarmeringen är ett tämligen ojämnt underlag. Den ligger för högt på vissa ställen på grund av skarvar, för högt uppgjutna väggar eller för tjocka distansklotsar.

Arbetet med monteringen uppvisade brister i mått noggrannheten hos samtliga objekt. Överkantsarmering av raka stänger över mittstöd saknade i anmärkningsvärt många fall monteringsstöd i mitten, vilket medfört att armeringen hängt ner och kommit för lågt.

Överkantsarmering av alla typer kan få felaktiga höjdlägen, eftersom den vilar på balkarmering, avloppsledningar o.d. Avloppsledningar kan göra att armeringen inte får något betongtäckskikt utan går i det fria. Ibland har armeringen helt enkelt klippts av eller slopats, där avloppsledningarna går eller där framkomligheten spärrats av vertikala trum- och ledningsdragningar.

Åverkan på den monterade armeringen är mycket vanlig

för uppstickande stänger från mellanväggar, där armeringen förs åt sidan för transport och gångvägar,

för uppstickande stänger från ytterväggar, där armeringen bockas upp och sedan ner på ett vårdslöst sätt för att ingå i bjälklagskonstruktionen,

för horisontellt liggande stänger i bjälklagsöverkant, där den utsätts för nedtrampning och rubbningar vid installationer av varjehanda slag.

Ingjutning av bjälklagsarmeringen

Betongformen sjunker på grund av trycket från betongen, enligt uppmätning 4-8 mm. Den armering, som vilar på betongformen, antas då också sjunka, vilket alltså inte innebär någon förändring i armeringens läge i betongkonstruktionen. Men de delar av armeringsstängerna som ligger upplagda på förut gjutna väggar och pelare, måste ju hänga upp sig på dessa och komma för högt i konstruktionen.

Armeringen är utsatt för kraftig åverkan under betonggjutningen.

Klena armeringsstänger (≤ 12 mm) och bristfälligt monterade armeringsstänger tycktes bli mycket deformerade, när arbetarna trampade på dem eller då gjutsatserna tömdes på formen. Armeringsstängerna föreföll dock i viss mån kunna undslippa nedtrampningen om de låg på stora avstånd från varandra ($c/c \approx 300$ mm) och där det fanns partier i armeringen utan tvärgående monteringsjärn som tillät fri passage.

Som exempel på grov åverkan på armeringen kunde på en byggnadsplats, efter byggnadsinspektörens noggranna kontroll av armeringens lägen iakttas hur ett stort parti gjutbetong i flera satser tömdes ut på bjälklagsformen i högar, som fördelades ut över ytan med hjälp av vibrostav, varvid arbetarna klev omkring på betongöverytan och efterlämnade djupa fotspår.

Det förekom dock också att armeringsstänger, som av någon anledning blivit nedtrampade under betonggjutningen blev hjälpligt tillrättade genom arbetarnas initiativ för hand eller med hjälp av vibrostaven.

Grova armeringsstänger (> 12 mm) tycktes klara sig relativt bra mot påfrestningarna, eftersom de förekom i hårt armerade konstruktionsdelar och de blivit så omsorgsfullt monterade att de höll att gå på utan att de deformerades.

Montering av väggarmeringen

Armeringsmaterialet bestod av lösa armeringsstänger utan distansanordningar, varför eventuella avvikelser i mått var helt beroende av monteringssättet.

Arbetet med monteringen skedde genom att armeringsstängerna najades vid monteringsjärn, som fästes på följande sätt:

för ensidig armering närmast den först uppsatta formsidan med i formen islagna 2 st krysställda spik eller 1 st dubbelskallad spik

för ensidig armering närmast den sist uppsatta formsidan med långa spik som islagits i den första formsidan

för dubbelarmering såsom föregående men med komplettering av distanser av bockat stål.

Armeringen gick lätt att rubba för hand och kom också lätt ur läge vid arbetet med olika installationer i väggen och i synnerhet vid arbetet med inbrädningen av sista formsidan, eftersom armeringen var i vägen för hammaren.

Ingjutning av väggarmeringen

Betongformen trycks ut något under inverkan av betongtrycket, även om formen är av den kraftiga konstruktion, som används för väggstora formelement. Ensidig armering, som är fast fixerad vid formen, måste följa med i denna rörelse. Dubbelarmering, som är fast hophållen, måste följa med antingen den ena eller andra formsidan.

Armeringen är utsatt för den åverkan, som kan bli av betongsatserna och vibrostaven. S.k. centrisk armering i väggar blir inte centrisk utan måste befinna sig antingen på den ena eller andra sidan eftersom vibrostaven tar plats.

7 TOLKNING AV MÄTRESULTATEN

Överkantsarmering i bjälklag

Plattjockleken är nästan utan undantag tjockare än vad som föreskrivits. Ökningen i tjockleken, som är i storleksordningen 5-28 mm, beror oftast på för högt monterad överkantsarmering, där man tillsett att täckskiktet blivit tillräckligt. Det råder en god följsamhet mellan överkantsarmeringens läge och plattjockleken. Detta beror säkert på att man vid betonggjutningen kontrollerat med ögonmått att täckskiktet blivit någorlunda jämnt.

Täckskiktets tjocklek är genomgående större än den föreskrivna tjockleken, vanligen 10 mm och mera. Det går nämligen lättare att jämna till betongplattans översida, om överkantsarmeringen ligger djupt nedbäddad i betongen. Detta är särskilt påtagligt, om betongplattan gjuts i ett skikt med en stålglättad överyta. Täckskiktets tjocklek är lokalt mycket större än vad som föreskrivits på grund av nedtrampning av armeringsstängerna. Avvikelserna i täckskiktets tjocklek varierar från $< - 15$ mm (armeringen synlig i ytan eller sticker upp ovanpå ytan) till $> + 40$ mm (armeringen ligger djupare än täckskiktets mätarens verkningsområde).

Överkantsarmeringens för höga lägen beror sannolikt på att

den genom sin direkta eller indirekta uppläggning på tidigare gjuten vägg inte följer med i betongplattans nedåtgående rörelse när bjälklagsformen sjunker,

den stigit genom lokala uppvibreringar,

den böjts ned i mitten mellan monteringsstöden genom nedtrampning eller påverkan vid tömningen av betongsatser, samtidigt som ändarna höjts,

den i likhet med ovanstående påverkats i ändarna, så att mitten höjts.

Överkantsarmeringens för låga lägen beror synbarligen på

avsiktlig montering i för lågt läge för att underlätta betongöverytans utjämning eller för att ge plats åt för smått tilltaget ytskikt,

nedtryckning i samband med tömning av betongsats på formen,

nedtrampning i samband med monteringen eller betonggjutningen,

åverkan på monteringsstöden eller distansorganen i samband med monteringen eller betonggjutningen,

rubbnings- i underkantsarmeringens läge, om överkantsarmeringen genom sin direkta eller indirekta uppläggning på denna är beroende av dessa rörelser.

Armering i väggar

Vägg-tjockleken är genom betongtrycket tjockare än vad som föreskrivits eller omkring 6-10 mm.

Täckskiktets tjocklek är i de flesta fall större än den avsedda. För ensidig armering kan avvikelser i täckskiktet variera från - 20 mm (synlig i ytan) till > + 40 mm, dvs. större täckskikt än vad som kan mätas med instrumentet.

För dubbelsidig armering varierar avvikelserna från - 8 mm till + 32 mm. Om ena sidan har för litet täckskikt, har den andra sidan mycket för stort, beroende på ökningen av vägg-tjockleken.

Väggarmeringens lägesavvikelser beror förutom på vanliga rubbningar under monteringen och betonggjutningen uppenbarligen också på följande omständigheter:

Om armeringen ligger för långt in i konstruktionen kan detta orsakas av att slitsformar, rör, eldosor o.d. tvingat in armeringen.

Om armeringen ligger för långt ut mot ytan kan detta bero på att utrymmet för ingjutna rör m.m. varit så trångt att armeringen tvingats ut.

8 SLUTORD

Resultaten av studierna och mätningarna på byggnadsplatserna visar klart att det i verkligheten är illa ställt med måttriktigheten hos armeringens läge i betongkonstruktionerna. Detta gäller åtminstone för den armering, som denna undersökning omfattat, nämligen överkantsarmering i bjälklagsplattor och i någon mån armering i väggar.

Man kan bl.a. i diagram och frekvenskurvor från mätningarna lätt se att avvikelserna dåligt uppfyller de toleranskrav, som ställs i de nya betongbestämmelserna.

Särskilt nedslående är de resultat, som erhållits för sådan överkantsarmering i bjälklag, som består av de statistiskt verksamma relativt klena armeringsstängerna (lösjärn), som vilar på särskilda monteringsstöd. De ligger i allmänhet inte bara för lågt i konstruktionen utan, vad värre är, de har ofta sina ändar stickande upp i betongytan, varvid förankringen går förlo-rad.

Dåliga är också de resultat, som fått från ensidig armering i väggar.

Redan armeringens läge efter monteringen strax före ingjutningen lämnar mycket övrigt att önska. Armeringens läge efter ingjutningen visar en ytterligare försämring.

Industrialiseringen i byggnadsbranchen har förändrat arbetsmetoderna. Det är en utveckling, som det knappast lönar sig att spjärna emot. Däremot bör man vara vaksam, så att inte de nya arbetsmetoderna leder till sämre tekniska resultat. En anpassning måste ske.

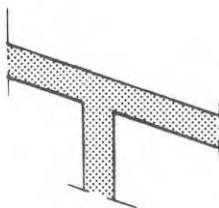
Följande punkter står då på önskelistan:

- 1 Förbättring av metoderna för montering av armeringen.
- 2 Förbättring av armeringssystemen ur produktionssynpunkt.
- 3 Förbättring av metoderna för betonggjutningen.

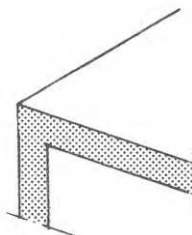
TABELLER

utvisande medelvärde samt högsta och
lägsta värdet för betongens överyta
samt armeringens läge före och efter
ingjutningen i betongkonstruktionen

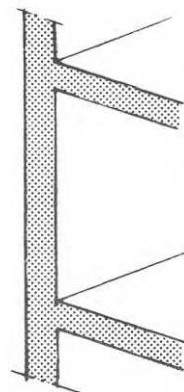
BIL. 1. Teckenförklaringar.



mittstöd bjälklag

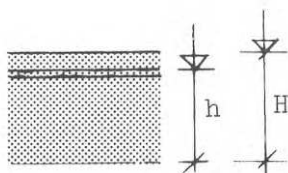


ändstöd bjälklag

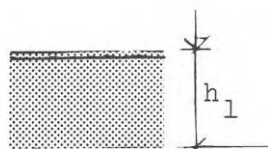


vägg

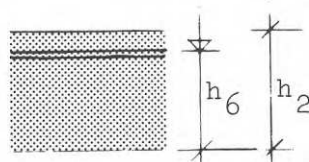
V_1 = mätobjekt vid vägg nr 1, utgörande mittstöd
eller ändstöd



H = avsedd höjd på betongens överyta
 h = avsedd höjd för överkantsarmeringens överkant



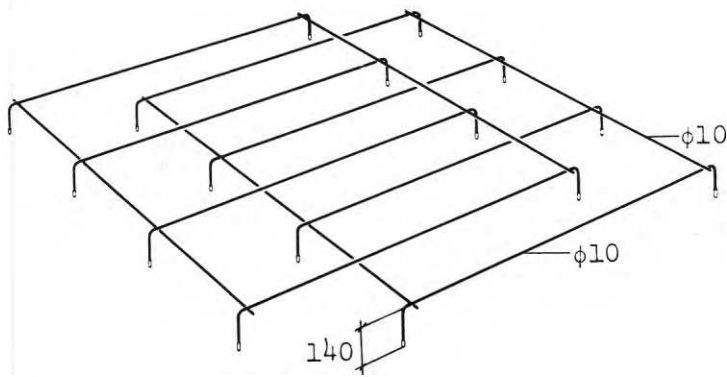
h_1 = uppmätt höjd för överkantsarmeringens överkant före ingjutningen i betongkonstruktionen



h_2 = uppmätt höjd för betongens överyta
 h_6 = uppmätt höjd för överkantsarmeringens överkant efter ingjutningen i betongkonstruktionen

BIL. 2. Bjälklagsarmering över mittstöd. Arbetsplats
nr 1.

Överkantsmatta typ A

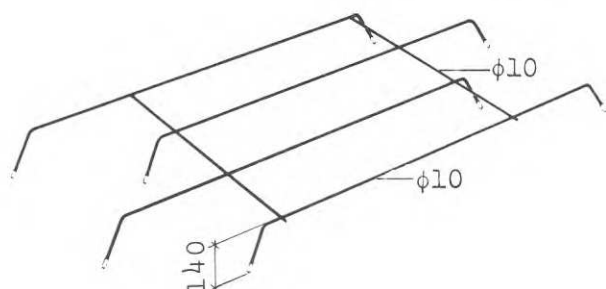


Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för										
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta			överkantsarmering							
						h ₂	före gjutn h ₁		efter gjutn h ₆							
							högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	
1 V ₁		15	60	160	145	177	155	165	160	127	139	151	125	137		
1 V ₂		15	60	160	145	176	161	168	160	129	139	154	120	141		
1 V ₃		15	60	160	145	176	158	169	170	130	143	158	110	136		
1 V ₄		15	60	160	145	180	167	174	144	131	137	151	116	139		
1 V ₅		15	56	160	145	184	167	177	141	130	136	153	112	134		
1 V ₆		15	45	160	145	194	163	179	144	129	138	146	120	133		
1 V ₇		16	45	160	145	187	165	180	152	132	138	148	105	137		
1 V ₈		16	42	160	145	187	170	178	154	129	141	150	115	134		
1 V ₉		16	42	160	145	191	174	182	152	127	138	155	126	137		
1 V ₁₀		16	60	160	145			-	160	131	143			-		
Σ 530						medelvärde			174			139			137	
avvikelser från						medelvärde			+14			- 6			- 8	
avsett läge						högst			+34			+25			+13	
						lägst			- 5			-18			-40	

BIL. 3. Bjälklagsarmering över mittstöd (V_1-V_{10}) och ändstöd (V_{11}). Arbetsplats nr 2 och 4.

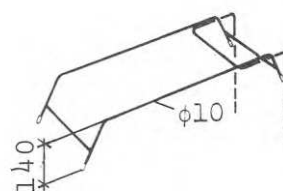
Överkantsmatta typ C

Arbetspl. 2, V_1-V_4
 $4, V_5-V_{10}$



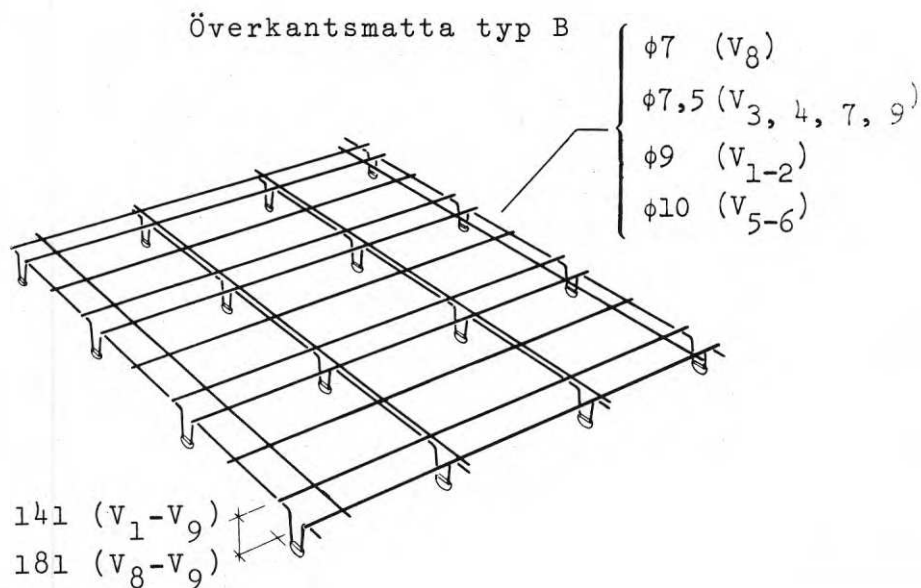
Överkantsmatta typ D

Arbetspl. 4, V_{11}



Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för									
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂			överkantssarmering						
						högst	lägst	medel	före gjutn h ₁			efter gjutn h ₆			
									högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	
2	V ₁	17	84	160	145	-	-	-	148	127	142	-	-	-	
2	V ₂	17	64	160	145	187	166	177	151	131	139	157	118	138	
2	V ₃	17	96	160	145	191	165	177	154	118	138	163	110	134	
2	V ₄	17	90	160	145	186	164	178	146	124	133	147	115	131	
Σ 334						medelvärde			177			138			134
avvikelser från avsett läge						medelvärde			+17			- 7			-11
						högst			+31			+ 9			+18
						lägst			+ 4			-27			-35
4	V ₅	18	48	160	145	176	155	164	154	123	138	144	113	133	
4	V ₆	18	57	160	145	172	160	166	152	129	137	147	123	137	
4	V ₇	18	57	160	145	172	163	167	142	129	136	159	117	134	
4	V ₈	18	45	160	145	171	157	165	140	122	133	154	119	133	
4	V ₉	18	45	160	145	173	156	164	143	116	133	142	120	131	
4	V ₁₀	18	45	160	145	176	158	168	149	124	134	150	128	137	
Σ 297						medelvärde			166			135			134
avvikelser från avsett läge						medelvärde			+ 6			-10			-11
						högst			+16			+ 9			+14
						lägst			- 5			-29			-32
4	V ₁₁	30	32	160	145	193	169	184	155	127	143	182	140	156	

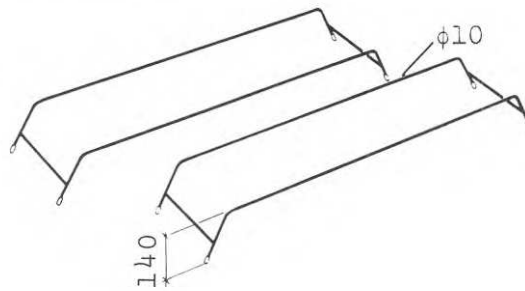
BIL. 4. Bjälklagsarmering över mittstöd. Arbetsplats
nr 3 och 5.



Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för								
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂			överkantsarmering					
						högst	lägst	medel	före gjutn h ₁			efter gjutn h ₆		
									högst	lägst	medel	högst	lägst	medel
3 V ₁	19 88	160		145	174	143	159	148	116	135	147	< 110	132	
3 V ₂	19 88	160		145	186	147	166	154	128	137	151	< 100	134	
3 V ₃	19 88	160		145	178	143	160	161	122	138	158	< 100	138	
3 V ₄	19 88	160		145	176	149	166	148	128	136	158	< 120	139	
3 V ₅	19 42	160		145	187	166	176	158	131	142	166	< 110	147	
3 V ₆	19 54	160		145	187	150	174	152	129	138	153	< 110	134	
3 V ₇	20 76	160		145	193	153	168	146	126	137	149	< 110	127	
Σ 524					medelvärde		167				137	135		
avvikelser från avsett läge					medelvärde		+ 7				- 8	-10		
					högst		+33				+16	+21		
					lägst		-17				-29	-> 45		
5 V ₈	20 80	200		185	207	196	203				173	145	162	
5 V ₉	20 80	200		185	206	196	202				175	160	167	
Σ 160										medelvärde			165	
										avvikelser från			-20	
										avsett läge			-10	
													-> 40	

BIL. 5. Bjälklagsarmering över mittstöd. Arbetsplats
nr 6.

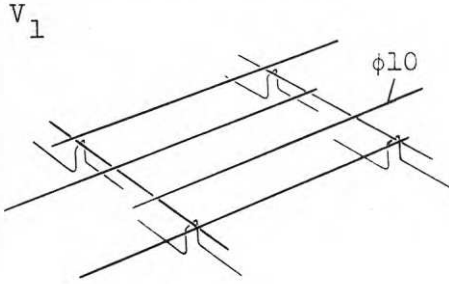
Överkantsbygel typ D



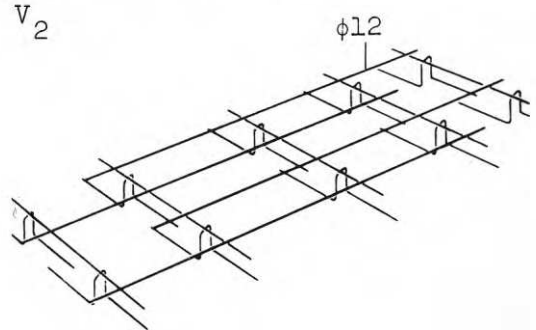
Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för								
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂			överkantsarmering					
						högst	lägst	medel	före gjutn h ₁			efter gjutn h ₆		
									högst	lägst	medel	högst	lägst	medel
6	V ₁	21	24	160	145	173	155	162	147	111	135	137	102	122
6	V ₂	21	24	160	145	182	162	174	144	134	137	145	106	132
6	V ₃	21	24	160	145	188	166	179	144	129	139	156	125	141
6	V ₄	21	22	160	145	179	164	174	140	124	136	151	110	134
6	V ₅	21	24	160	145	176	157	166	147	130	137	145	104	128
6	V ₆	21	24	160	145	173	154	163	140	112	134	141	106	130
6	V ₇	21	28	160	145	179	167	174	139	127	134	142	113	133
Σ 170						medelvärde		170			136	131		
avvikelser från						medelvärde		+10			- 9	-14		
avsett läge						högst		+28			+ 2	+11		
						lägst		- 6			-34	-43		

BIL. 6. Bjälklagsarmering över mittstöd (V_1-V_3) och ändstöd (V_4-V_8). Arbetsplats nr 7.

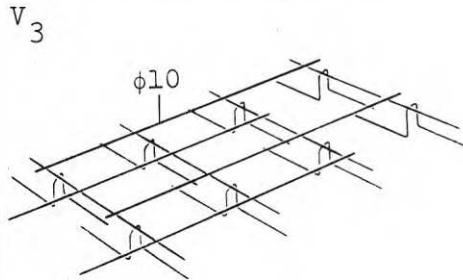
Raka stänger typ E



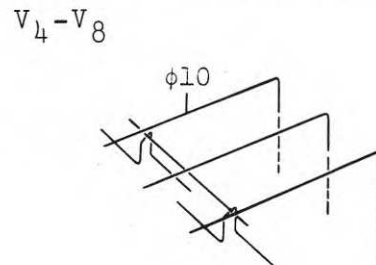
Raka stänger typ F



Raka stänger typ G



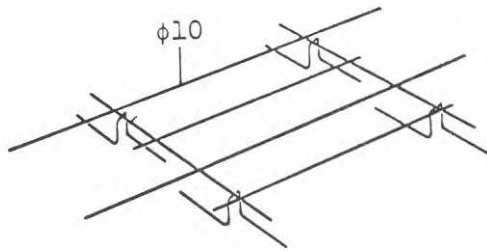
Vinkelbockade stänger typ L



Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för								
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂			överkantsarmering					
						högst	lägst	medel	före gjutn h ₁			efter gjutn h ₆		
									högst	lägst	medel	högst	lägst	medel
7 V ₁	22	128	200	185	220	196	208	189	160	173	189	147	170	
7 V ₂	22	96	200	182	212	195	206	182	157	175	180	149	166	
7 V ₃	23	96	250	235	268	243	255	237	208	221	235	190	215	
Σ 320				avvikelser från avsett läge		medelvärde			+ 6			-11		
						högst			+20			+ 4		
						lägst			- 5			-27		
7 V ₄	24	32	200	185				184	160	171				
7 V ₅	24	18	200	185				194	158	177				
7 V ₆	24	28	200	185				200	161	183				
7 V ₇	24	28	250	235	267	237	255	244	215	229	248	198	227	
7 V ₈	24	20	250	235	255	233	246	225	206	219	228	206	219	
Σ 126				avvikelser från avsett läge		medelvärde			0			- 9		
						högst			+17			+15		
						lägst			-17			-29		

BIL. 7. Bjälklagsarmering över mittstöd. Arbetsplats
nr 8.

Raka stänger typ H

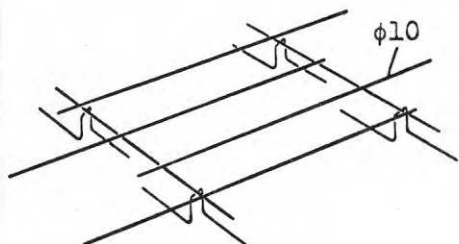


Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för								
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂			överkantsarmering					
						högst	lägst	medel	före gjutn h ₁			efter gjutn h ₆		
									högst	lägst	medel	högst	lägst	medel
8	V ₁	25	40	160	145	180	165	174	154	127	136	163	< 110	131
8	V ₂	25	34	160	145	182	158	172	142	137	135	142	126	133
8	V ₃	25	34	160	145	182	168	175	173	115	147	152	118	137
8	V ₄	25	40	160	145	181	162	173	155	134	145	168	123	144
8	V ₅	25	56	160	145	177	151	164	162	79	126	148	< 80	127
8	V ₆	25	30	160	145	162	154	157	136	123	129	150	< 100	127
8	V ₇	25	26	160	145	182	159	168	156	120	140	164	< 110	139
8	V ₈	25	25	160	145	172	162	165	139	123	131	147	116	135
8	V ₉	25	26	160	145	173	144	164	191	92	132	149	< 110	127
8	V ₁₀	25	24	160	145	183	152	163				153	< 110	128
8	V ₁₁	25	24	160	145	179	161	168				148	128	141
8	V ₁₂	25	24	160	145	171	151	161				145	< 110	130
8	V ₁₃	30	24	160	145	173	154	164				161	< 110	130
Σ 407						medelvärde	166		medelvärde	135		medelvärde	133	
avvikelser från						medelvärde	+ 6			-10			-12	
avsett läge						högst	+23			+46			+23	
						lägst	-16			-65			-> 65	

BIL. 8. Bjälklagsarmering över mittstöd. Arbetsplats
nr 9 och 11.

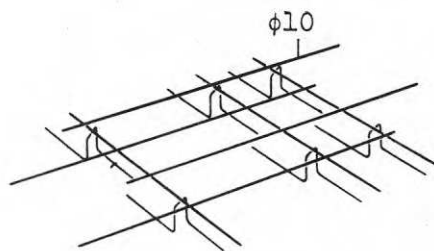
Raka stänger typ E

Arbetspl. 9, V_{1,3,4}



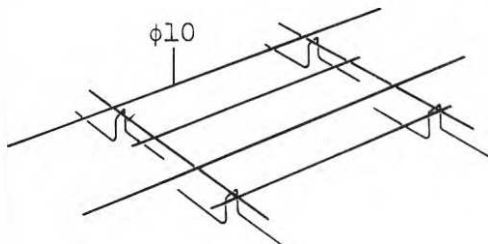
Raka stänger typ H

Arbetspl. 9, V₂



Raka stänger typ J

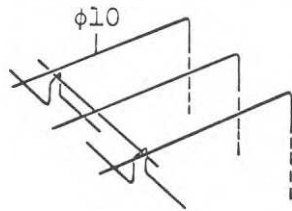
Arbetspl. 9, V₅₋₉



Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för		
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta h ₂	Överkantsarmering	
						högst lägst medel	före gjutn h ₁	efter gjutn h ₆
9	V ₁	27 96	160	145			149 123 135	
9	V ₂	27 51	160	145			156 127 136	
9	V ₃	27 54	160	145			152 132 141	
9	V ₄	27 96	160	145			150 127 134	
Σ 297							medelvärde	136
						avvikelser från avsett läge	medelvärde	-10
							högst	+11
							lägst	-22
11	V ₅	29 44	160	145			133 98 124	
11	V ₆	29 40	160	145			137 56 116	
11	V ₇	29 46	160	145			138 103 121	
11	V ₈	29 40	160	145			134 113 127	
11	V ₉	30 48	160	145			140 113 126	
Σ 218							medelvärde	123
						avvikelser från avsett läge	medelvärde	-22
							högst	- 7
							lägst	-89

BIL. 9. Bjälklagsarmering över ändstöd. Arbetsplats
nr 10.

Vinkelbockade stänger typ L



Arb plats	Mätobjekt	Bilaga nr	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för							
				betong- över- yta H	ök- arme- ring h	betongöveryta			överkantsarmering				
						h ₂			före gjutn h ₁		efter gjutn h ₆		
							högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	högst
10	V ₁	28 60	160	145	176	145	158	152	121	135	158	< 115	141
10	V ₂	28 22	160	145	180	141	158	167	92	128	159	< 100	126
Σ 82					medelvärde	158		medelvärde	133				135
				avvikelser från	medelvärde	- 2			-12				-10
				avsett läge	högst	+20			+22				+14
					lägst	-19			-53				-> 45

BIL. 10. Väggarmering, ensidig och dubbelsidig. Arbetsplats nr 7, 9 och 12.

Arb plats	Mätobjekt	Diagram bil	Mätpunkter	Avsett läge		Uppmätt läge för					
				betong-tjocklek (täckskikt)	vägg-armering	betongtjocklek avvikelse från lodlinje			vägggarmering efter gjutning		
						störst	minst	medel	minst	störst	medel
7 V ₁	31	25	200 (20)	en-sidig		+ 4	0	+ 2	- 20	> -60	- 37
7 V ₂	32	30	200 (20)	en-sidig		+ 3	0	+ 1		- 15	- 53 - 37
12 V ₃	38	90	160 (20)	en-sidig		+ 5	0	+ 2	- 27	> -60	- 47
7 V ₄	33	75	160 (20)	dubbel-sidig		+ 3	0	+ 1	- 8	-36 - 18	- 15 - 15 - 30
						+ 4	0	+ 2			
7 V ₅	34	60	160 (20)	dubbel-sidig		+ 5	0	+ 2	- 0	-39 - 15	- 22 - 65 - 42
						+ 7	0	+ 3			
7 V ₆	35	60	160 (20)	dubbel-sidig		+ 4	0	+ 2	- 3	-31 - 18	- 14 - 37 - 24
						+ 5	0	+ 3			
9 V ₇	36	60	200 (30)	dubbel-sidig		+ 5	0	+ 1		- 23	- 50 - 33
9 V ₈	37	36	200 (30)	dubbel-sidig		+ 8	0	+ 3		- 33	- 52 - 39

BIL. 11. Överkantsarmering i bjälklag av raka stänger
typ E - J och vinkelbockade stänger typ L.
Avvikelse från avsett läge, sammanställning.

Arb plats	Bilaga nr	Mätpunkter		Arme- rings- typ	Uppmätta avvikelser från avsett läge								
		före gjutn	efter gjutn		betongöveryta			överkantsarmering					
								före gjutning			efter gjutning		
					högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	högst	lägst	medel
7	6	320	260	ök-arm typ E-G	+ 20	- 5	+ 6	+ 4	- 27	- 11	+ 4	- 45	- 16
8	7	407	293	ök-arm typ H	+ 23	- 16	+ 6	+ 46	- 65	- 10	+ 23	->65	- 12
9	8	297		ök-arm typ E-J	-	-	-	+ 11	- 22	- 10	-	-	-
11	8	218		ök-arm typ H	-	-	-	- 7	- 89	- 22	-	-	-
		1242	553				+ 6			- 11,6			- 13,9
7	6	126	48	ök-arm typ L	+ 17	- 17	0	+ 15	- 29	- 9	+ 13	- 37	- 11
10	9	82	82	ök-arm typ L	+ 20	- 19	- 2	+ 22	- 53	- 12	+ 14	->45	- 10
		208	130				- 1			- 10,5			- 10,4

BIL. 12. Överkantsarmering i bjälklag av armeringsenheter. Överkantsmatta typ A - C och Överkantsbyglar typ D. Avvikelser från avsett läge, sammanställning.

Arb plats	Bilaga nr	Mätpunkter			Arme- rings- typ	Uppmätta avvikelser från avsett läge								
		före gjutn	efter gjutn	betongöveryta			överkantsarmering							
							före gjutning			efter gjutning				
				högst		lägst	medel	högst	lägst	medel	högst	lägst	medel	
1	2	530	372	ök-m typ A	+ 34	- 5	+ 14	+ 25	- 18	- 6	+ 13	- 40	- 8	
2	3	334	229	ök-m typ B	+ 31	+ 4	+ 17	+ 9	- 27	- 7	+ 18	- 35	- 11	
3	4	524	503	ök-m typ C	+ 33	- 17	+ 7	+ 16	- 29	- 8	+ 21	->45	- 10	
4	3	297	253	ök-m typ B	+ 16	- 5	+ 6	+ 9	- 29	- 10	+ 14	- 32	- 11	
5	4	-	160	ök-m typ C	-	-	-	-	-	-	- 10	->40	- 20	
6	5	170	140	ök-bygl typ D	+ 28	- 6	+ 10	+ 2	- 34	- 9	+ 11	- 43	- 14	
		1855	1657					+10,4			-7,2			-9,4

För samtliga armeringselement har av arbetstekniska skäl valts en höjd som med 5 mm understigit den avsedda höjden.

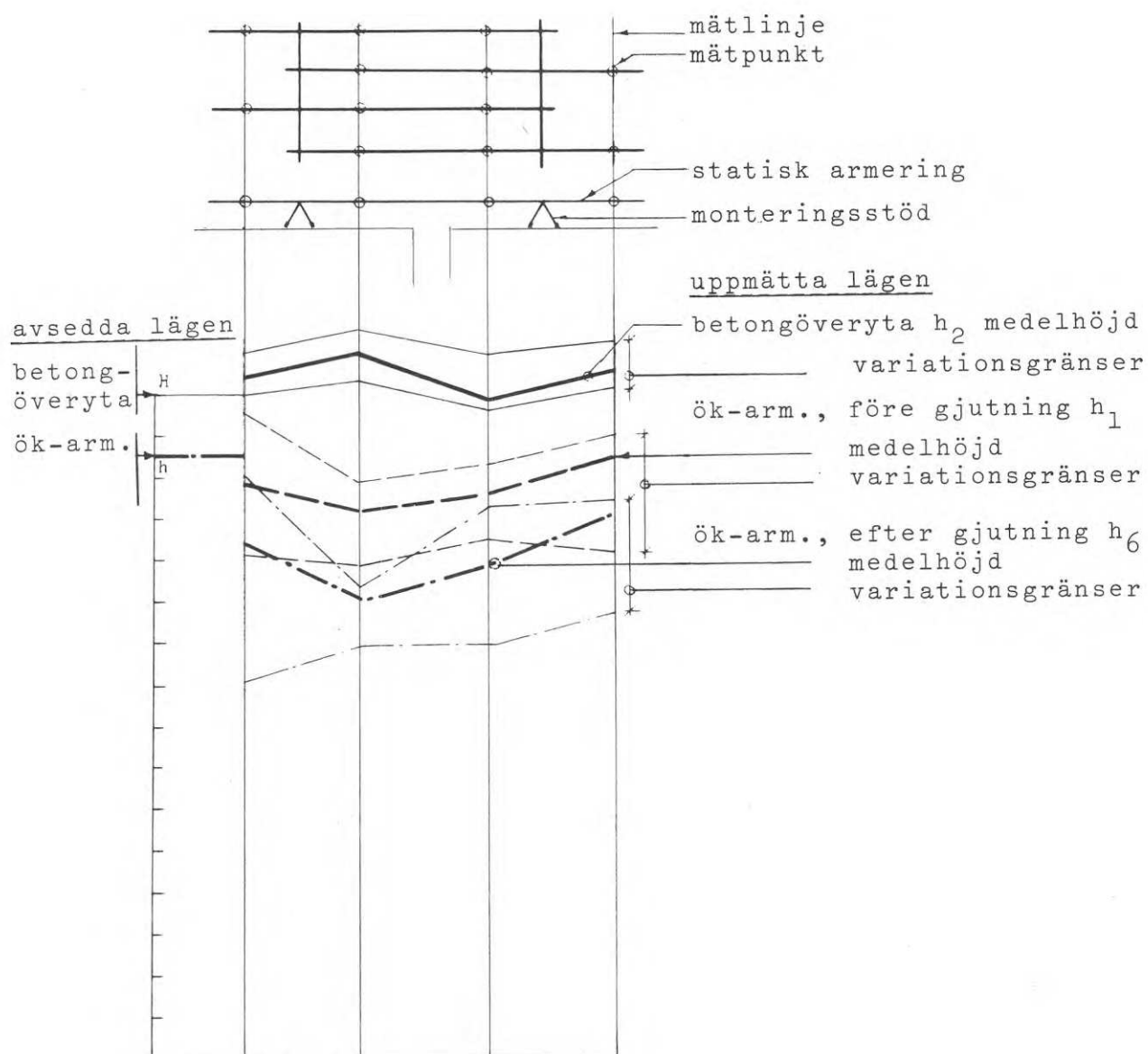
BIL. 13. Armering i väggar av raka stänger. Avvikelse
från avsett läge, sammanställning.

Arb plats	Bilaga nr	Mät- punkter	Armerings- typ	Uppmätta avvikelser från avsett läge					
				ensidig armering			dubbelarmering		
							ena sidan (litet täckskikt)		andra sidan (stort täckskikt)
				minst	störst	medel	minst	störst	medel
7	V ₁	10 25	väggarm insidan	- 20	>- 60	- 37			
	V ₂	10 30	väggarm utsidan	- 15	- 53	- 37			
	V ₄	10 75	väggarm båda sidor				- 8	- 36	- 18 - 15 - 15 - 30
	V ₅	10 60	väggarm båda sidor				- 0	- 39	- 15 - 22 - 65 - 42
	V ₆	10 60	väggarm båda sidor				- 3	- 31	- 18 - 14 - 37 - 24
9	V ₇	10 60	väggarm båda sidor						- 23 - 50 - 33
	V ₈	10 36	väggarm båda sidor						- 33 - 52 - 39
12	V ₃	10 90	väggarm insidan	- 27	>- 60	- 47			
				-43,2			-16,9		
							-32,7		

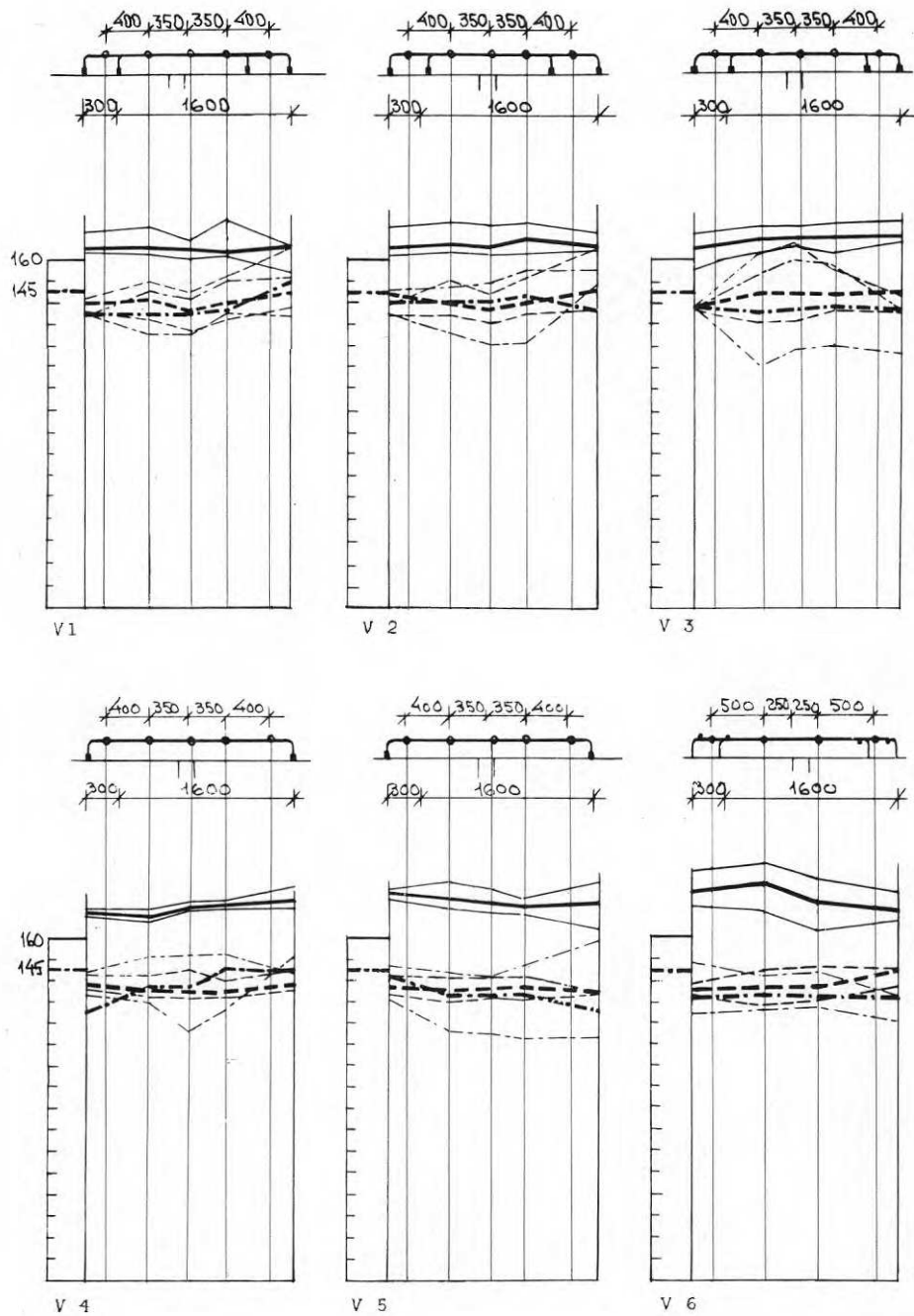
DIAGRAM

utvisande medelvärde samt högsta och
lägsta värdet för betongens yta samt
armeringens läge före och efter in-
gjutningen i betongkonstruktionen

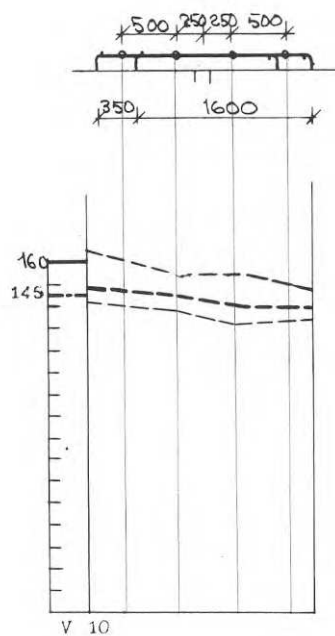
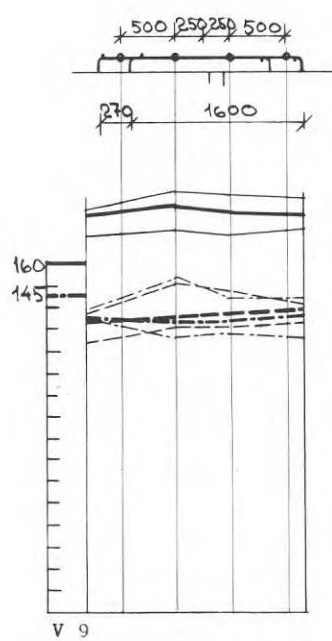
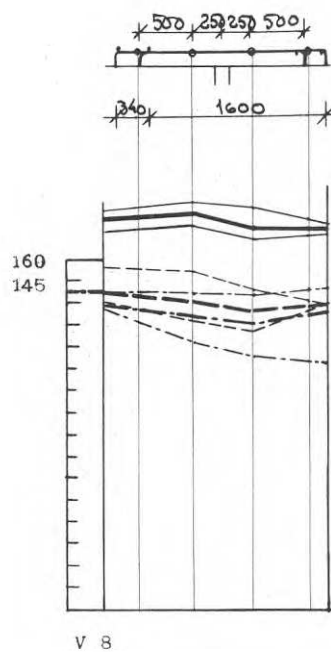
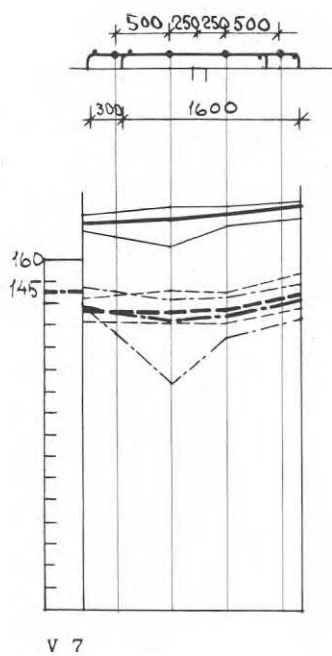
BIL. 14. Teckenförklaringar.



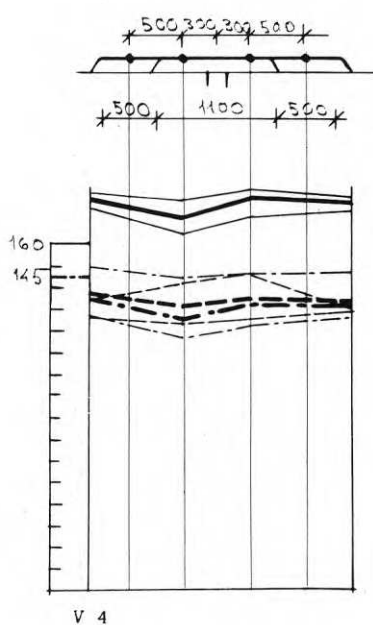
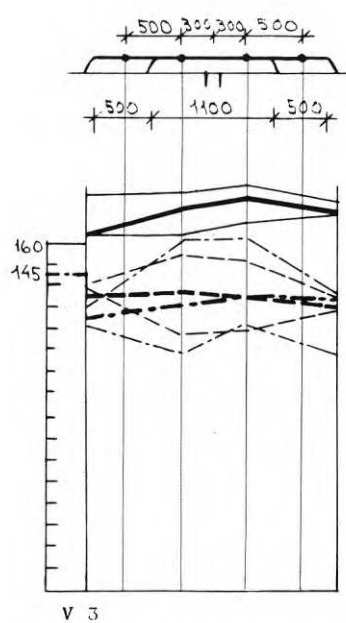
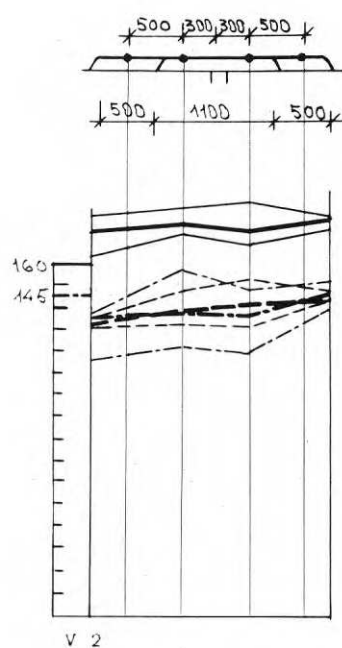
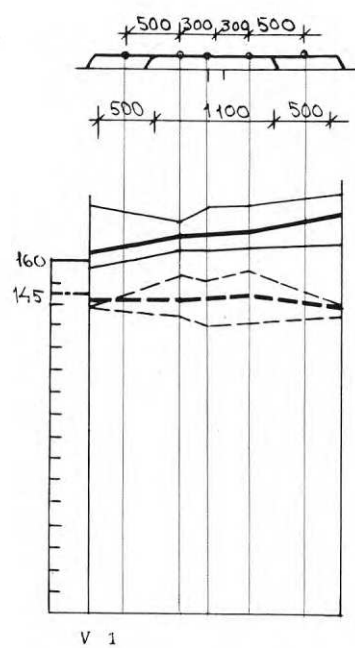
BIL. 15. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 1, V_1-V_6 .



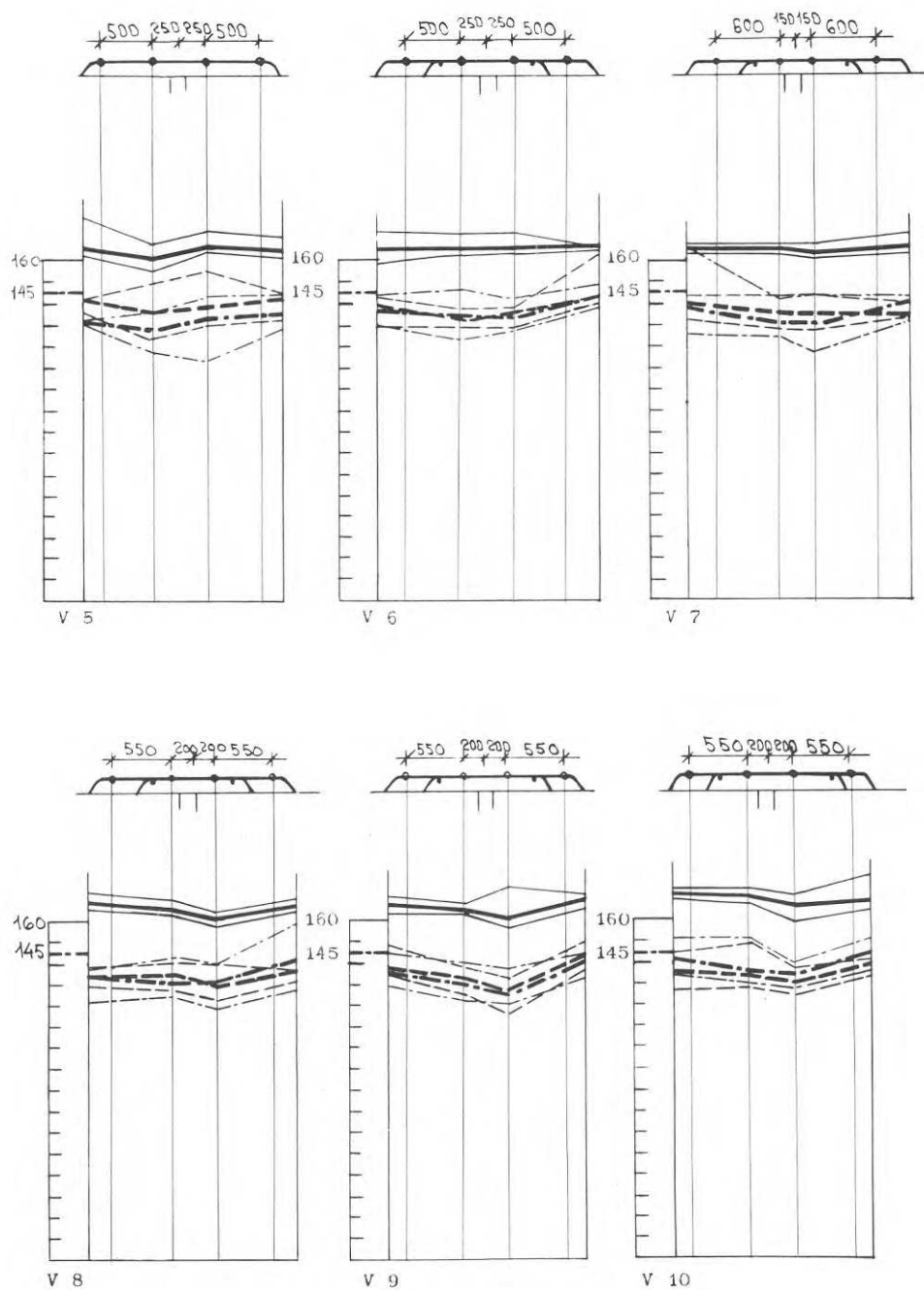
BIL. 16. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 1, V₇-V₁₀.



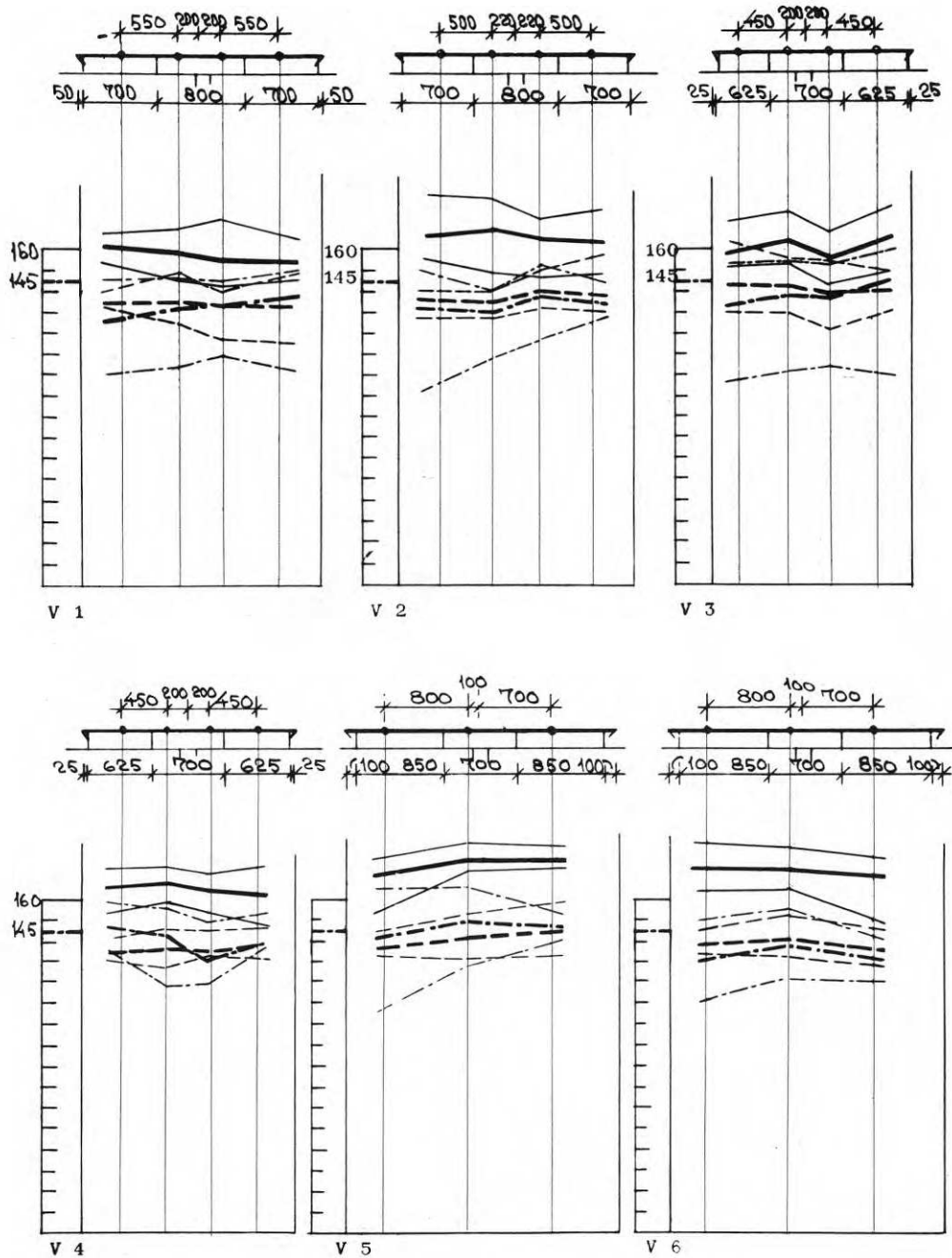
BIL. 17. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 2, V_1-V_4 .



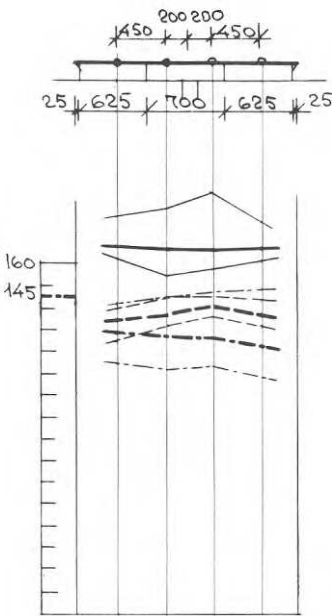
BIL. 18. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 4, V₅-V₁₀.



BIL. 19. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 3, V_1-V_6 .

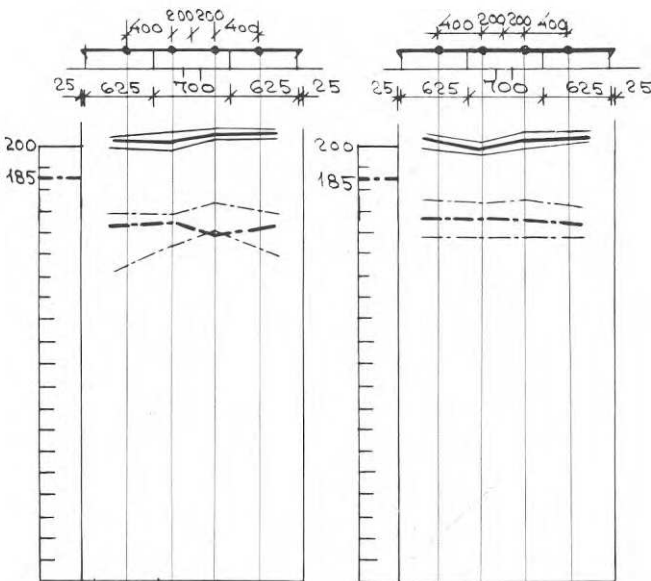


BIL. 20. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 3, V₇ och 5, V₈-V₉.



V 7

Arbetsplats 3

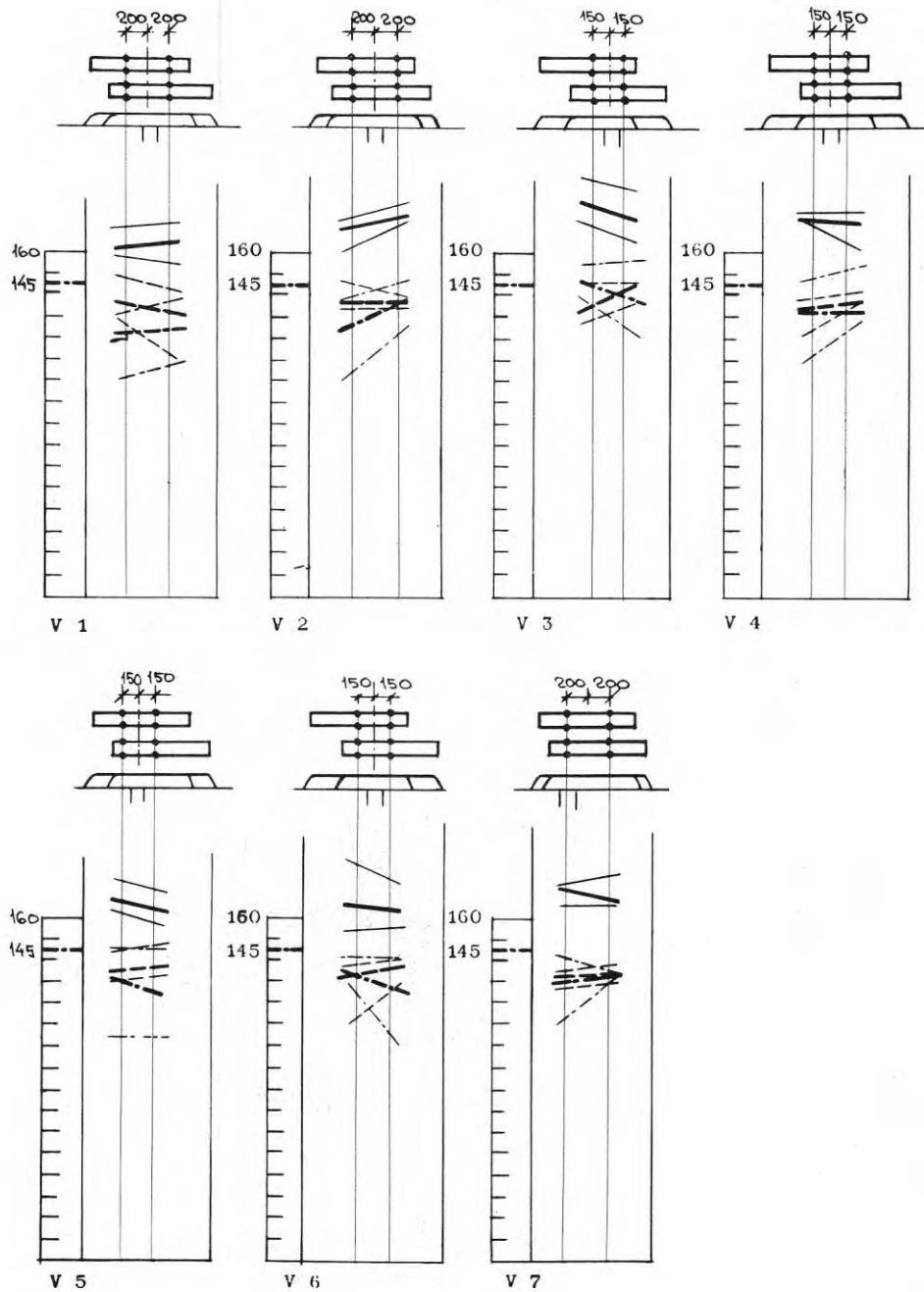


V 8

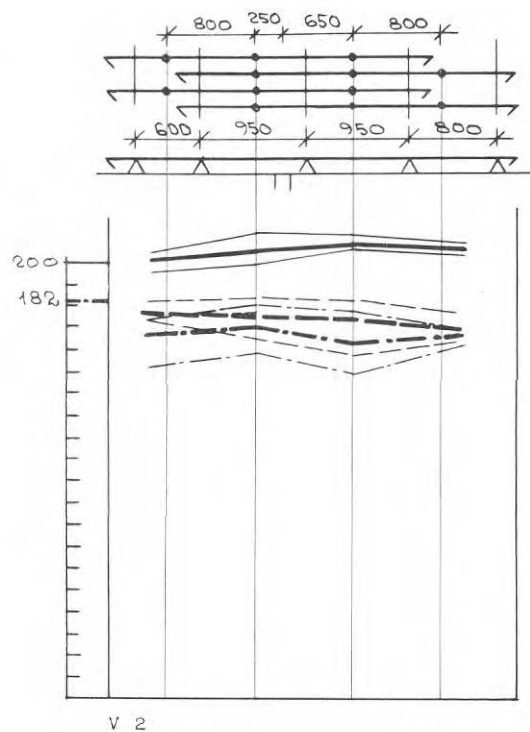
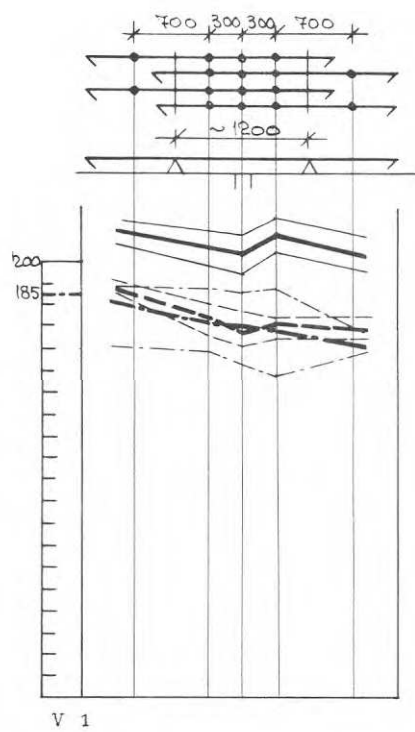
Arbetsplats 5

V 9

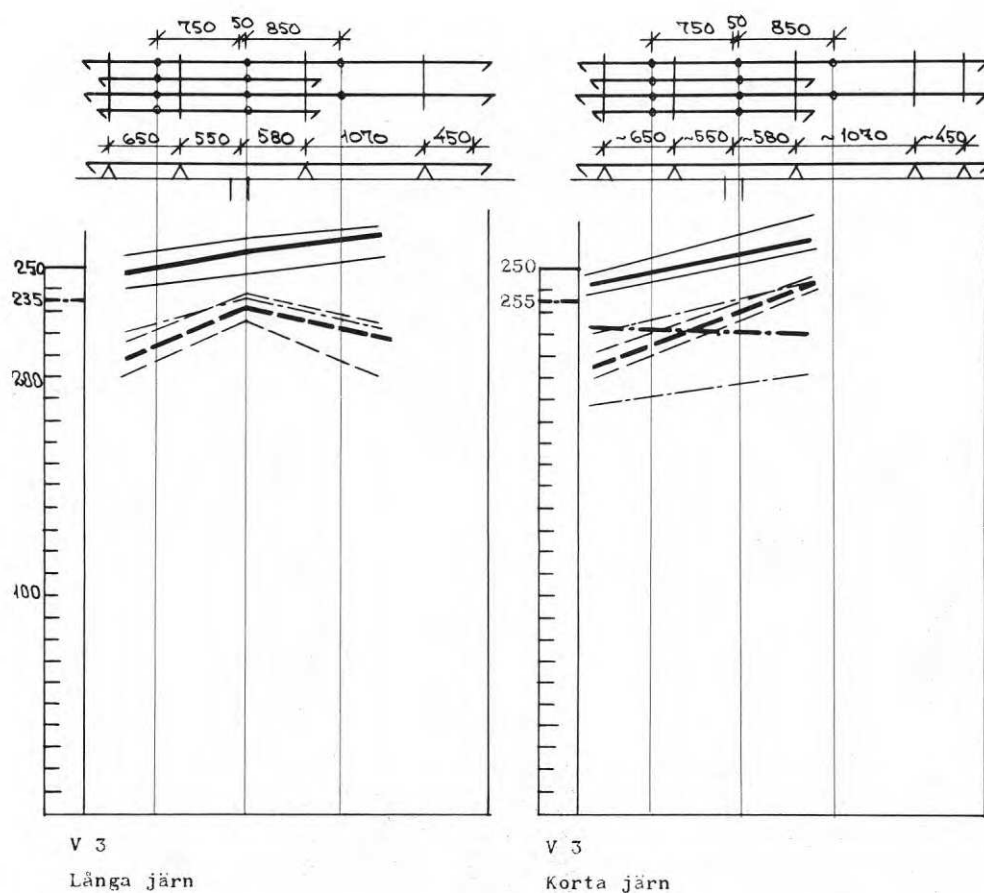
BIL. 21. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 6, V₁-V₇.



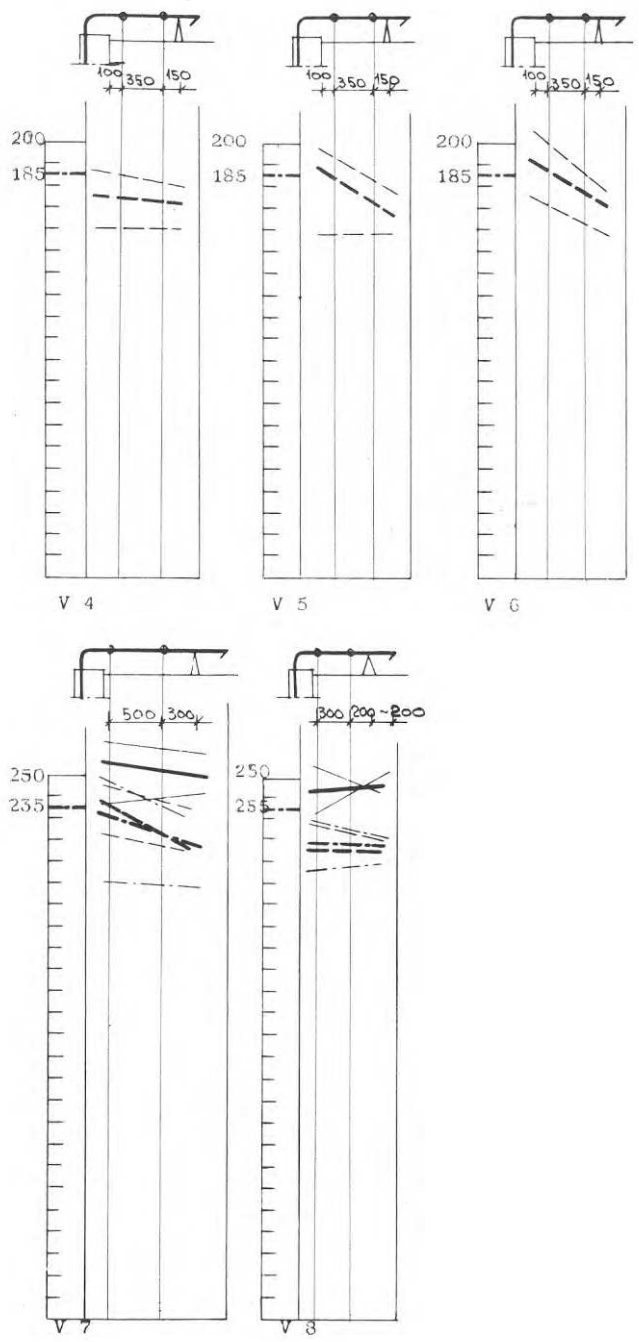
BIL. 22. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 7, V₁-V₂.



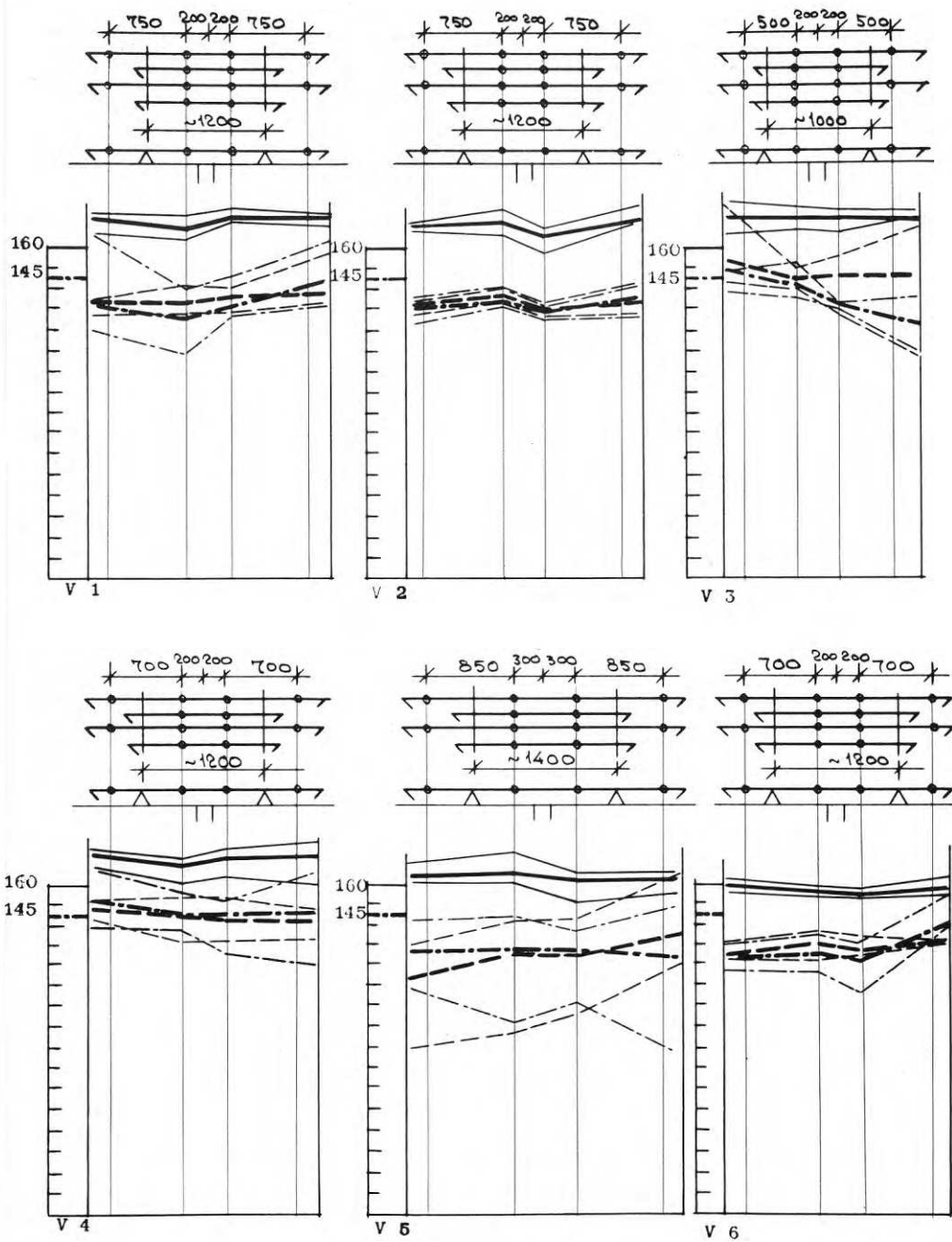
BIL. 23. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 7, V₃.



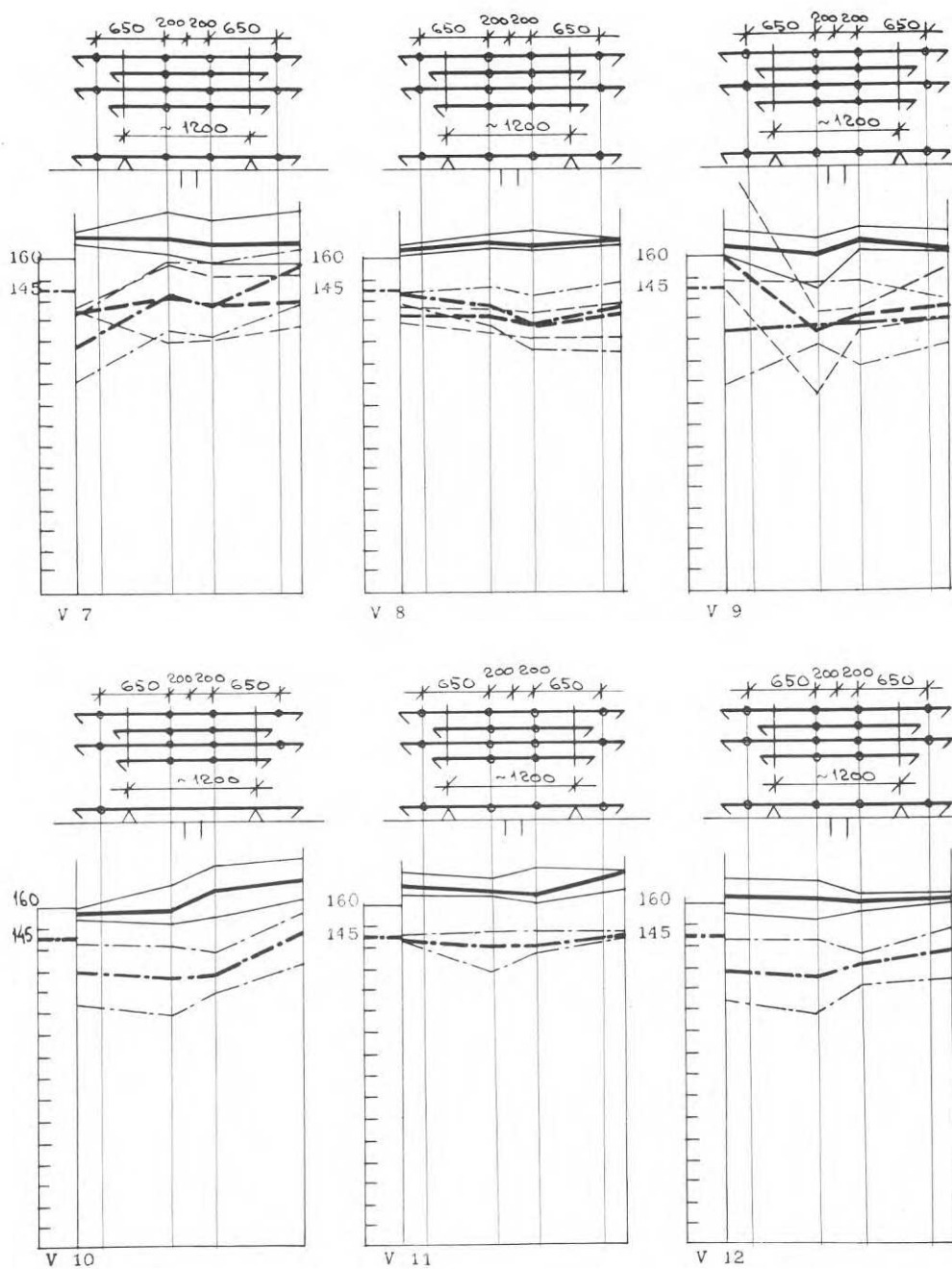
BIL. 24. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 7, V_4-V_8 .



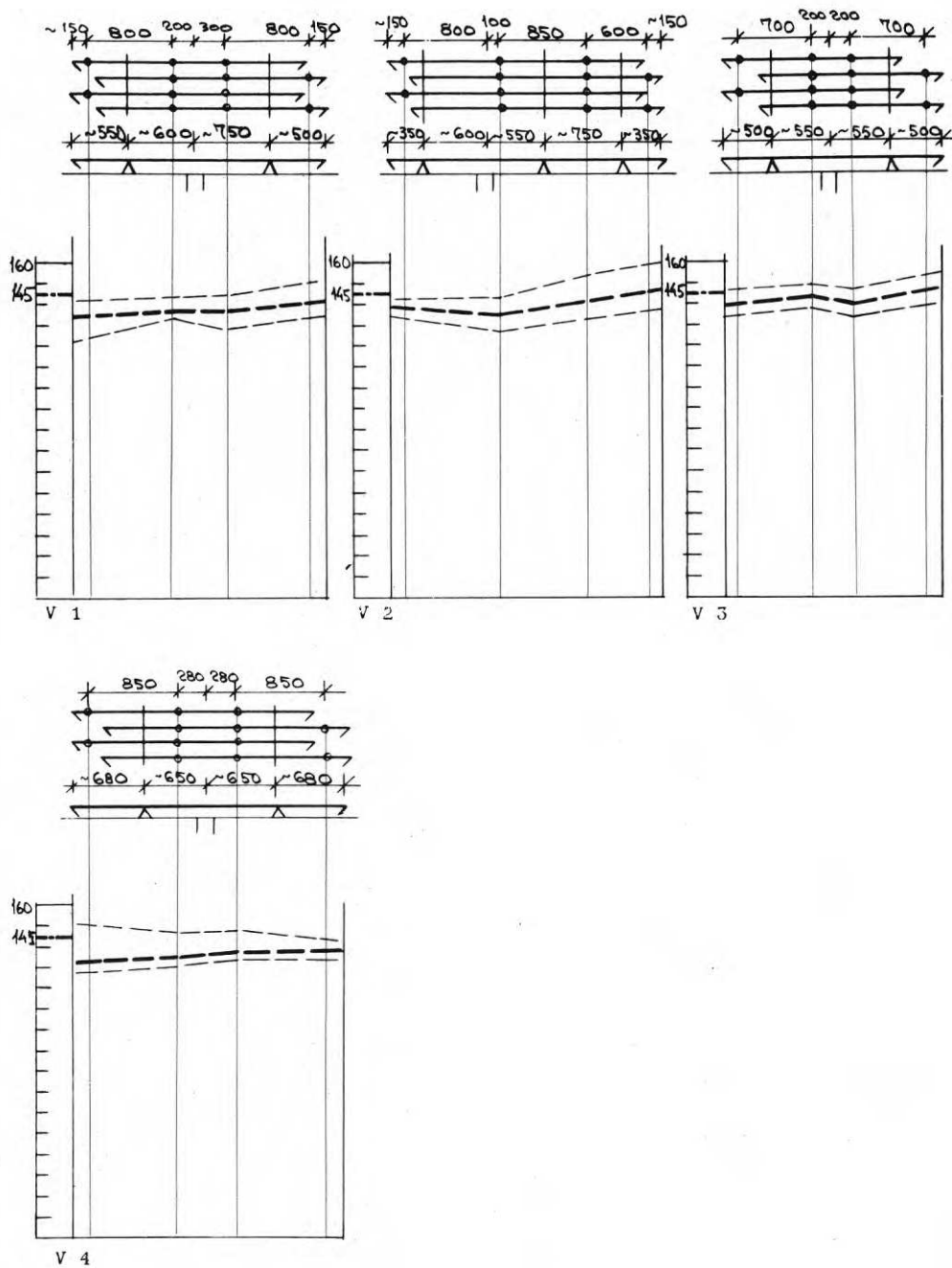
BIL. 25. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 8, V_1-V_6 .



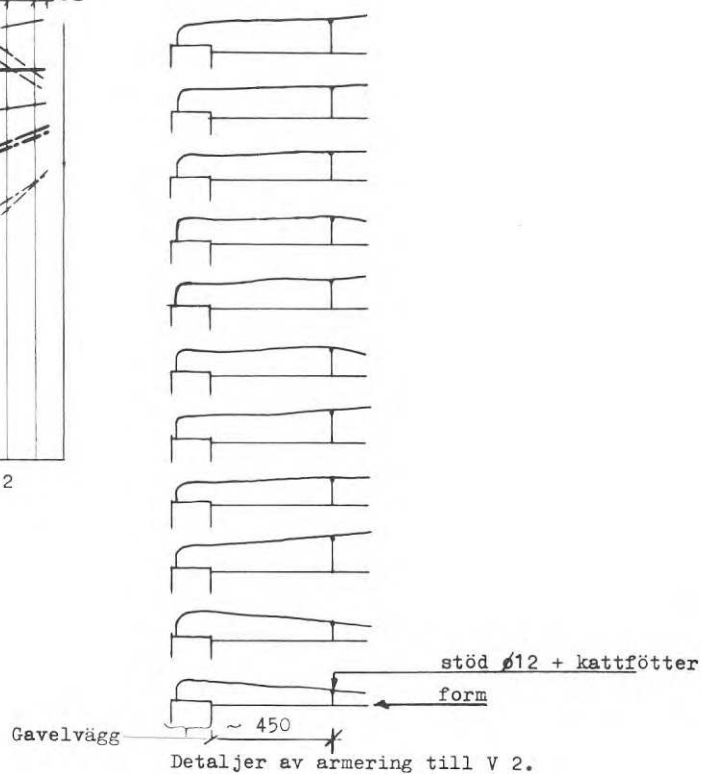
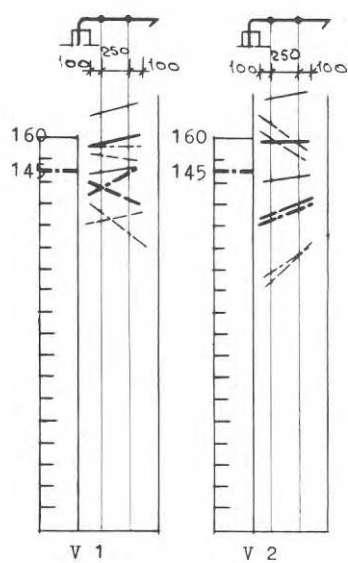
BIL. 26. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 8, V_7 - V_{12} .



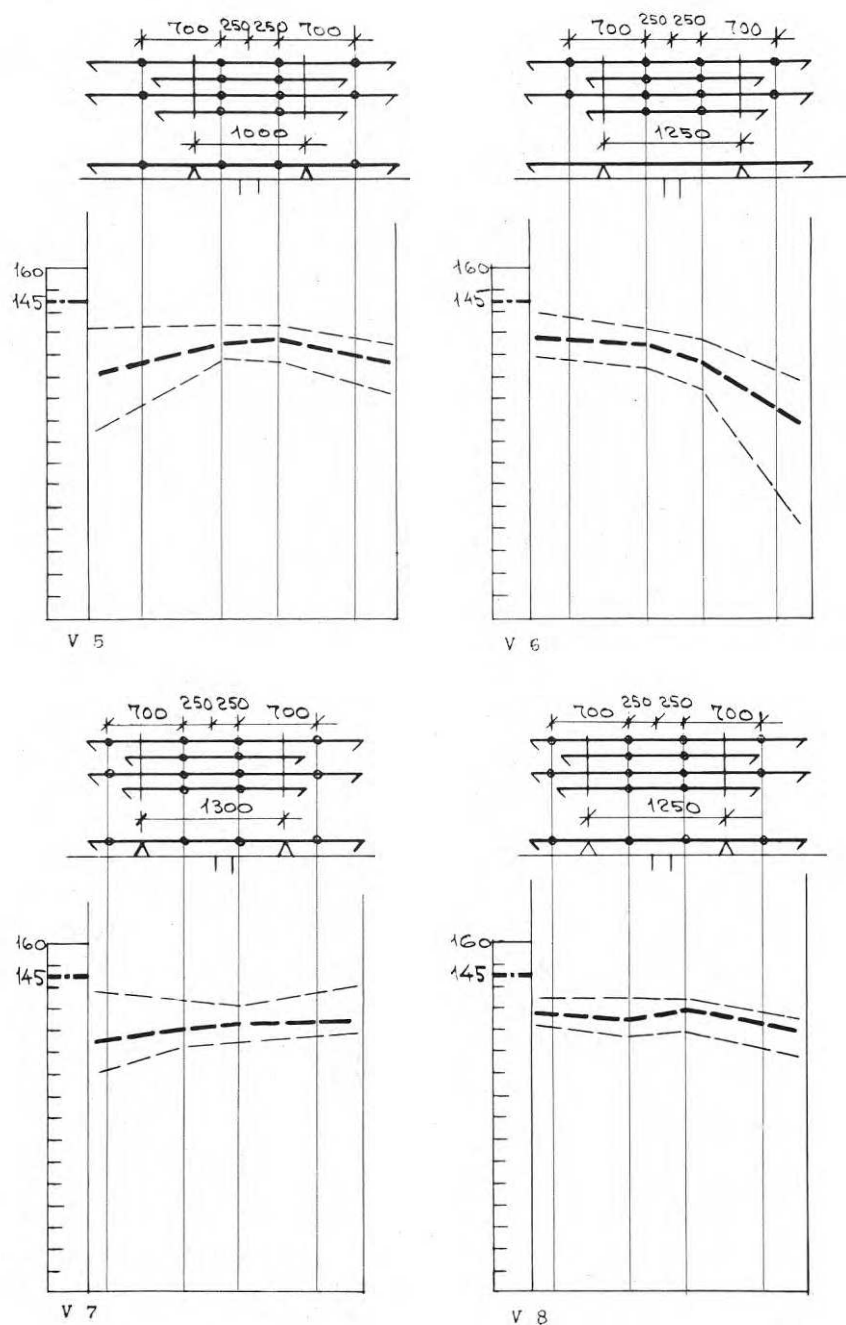
BIL. 27. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 9, V_1-V_4 .



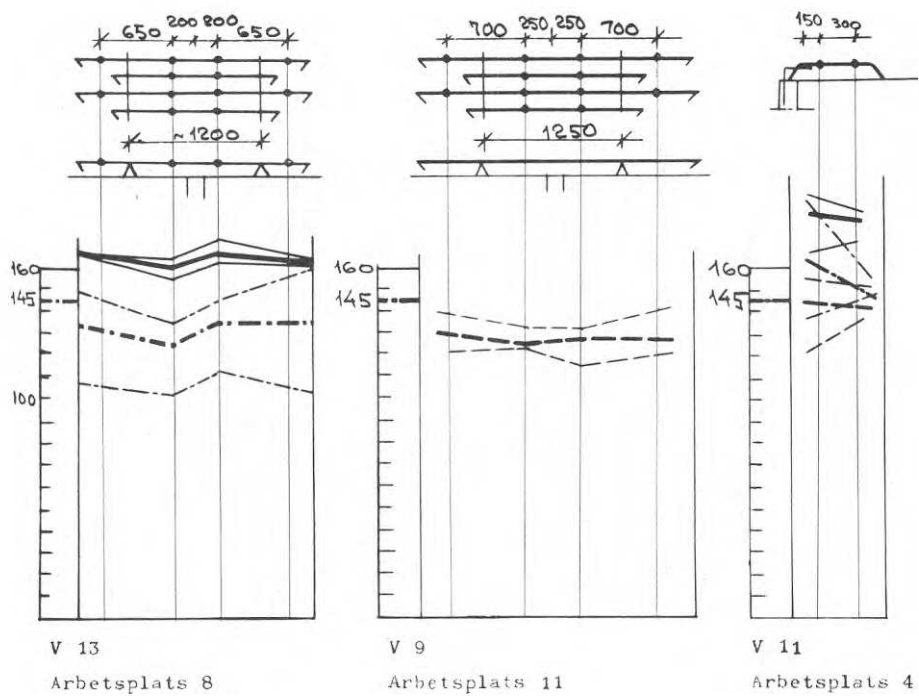
BIL. 28. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 10, V_1 - V_2 .

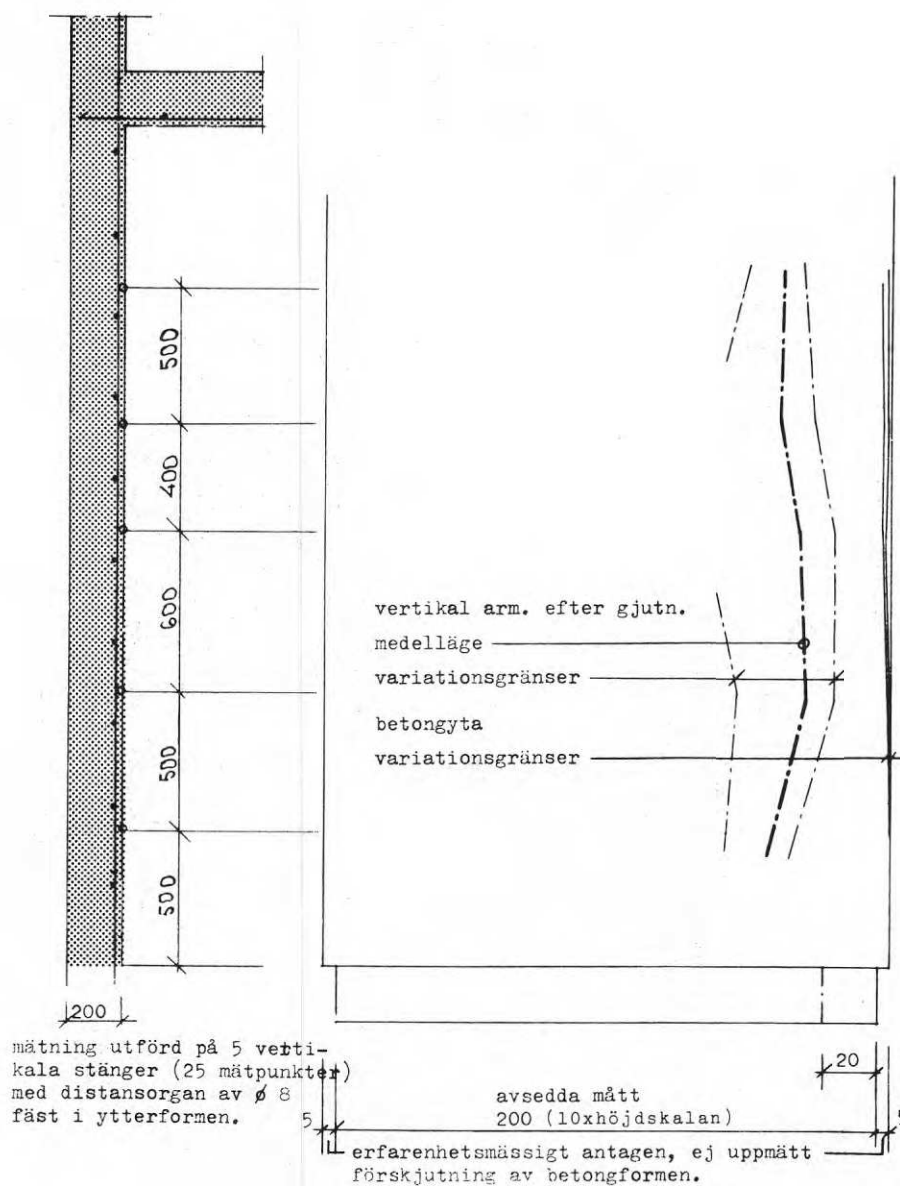


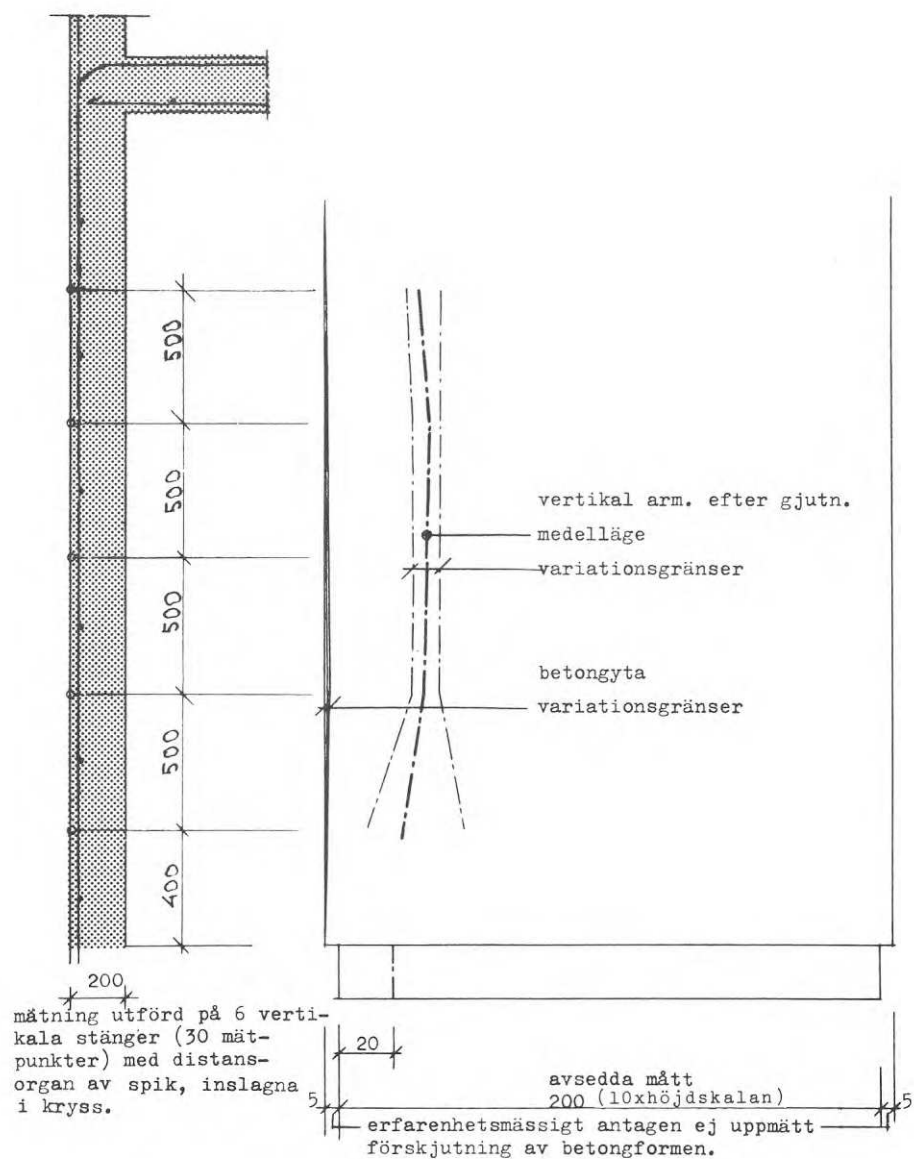
BIL. 29. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 11, V_1-V_4 .

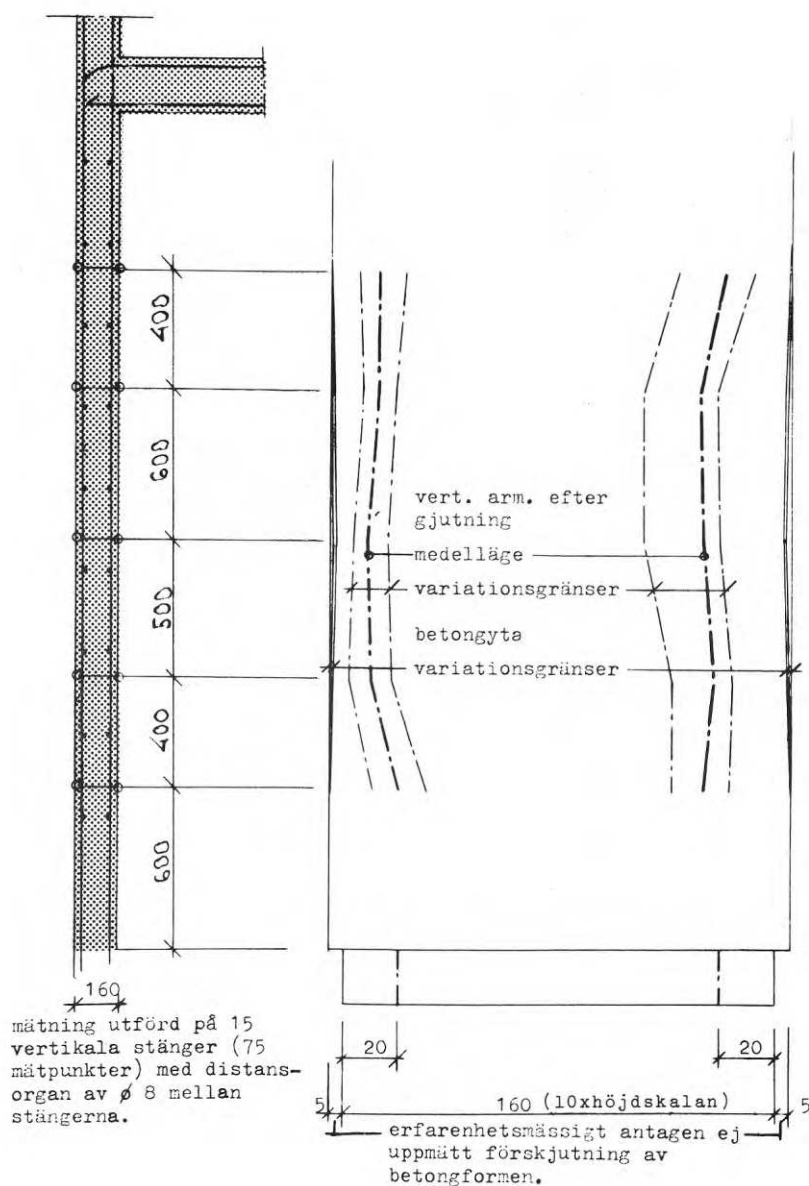


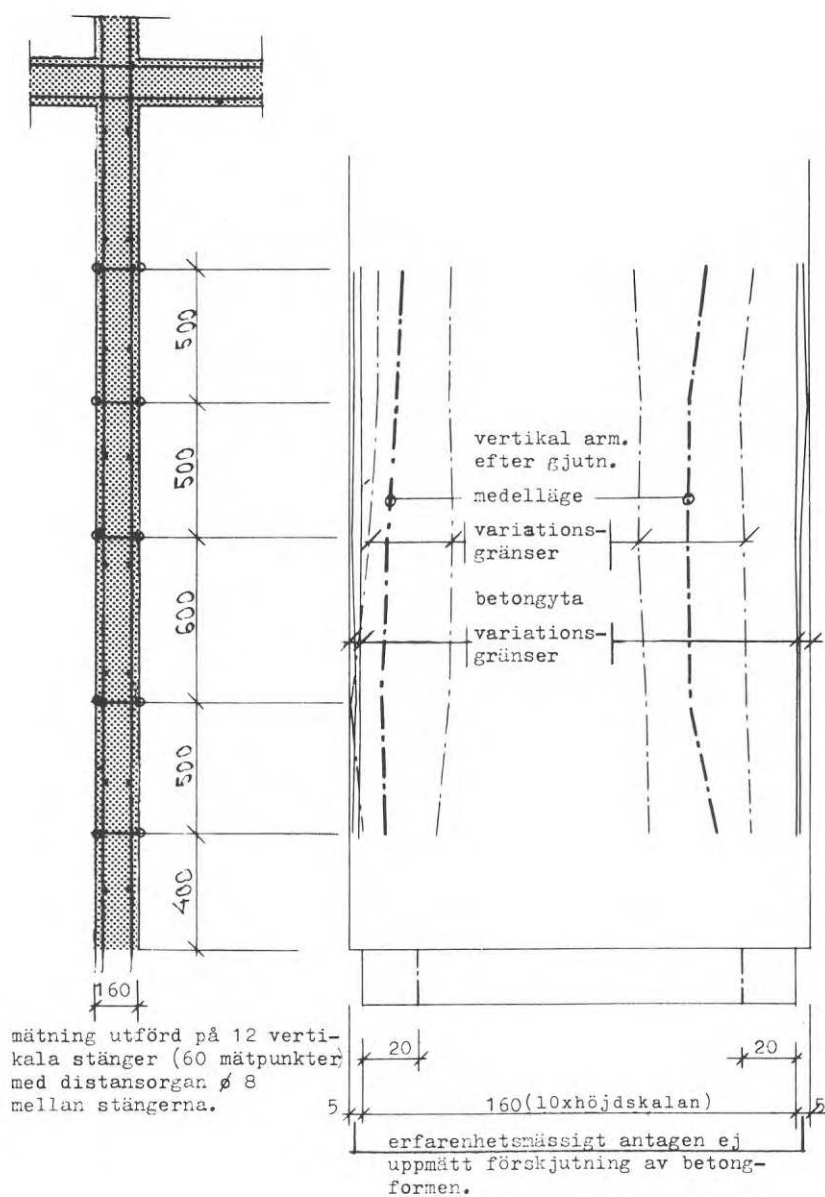
BIL. 30. Bjälklagsarmering i överkant, mittstöd.
Arbetsplats nr 8, 11 och 4.

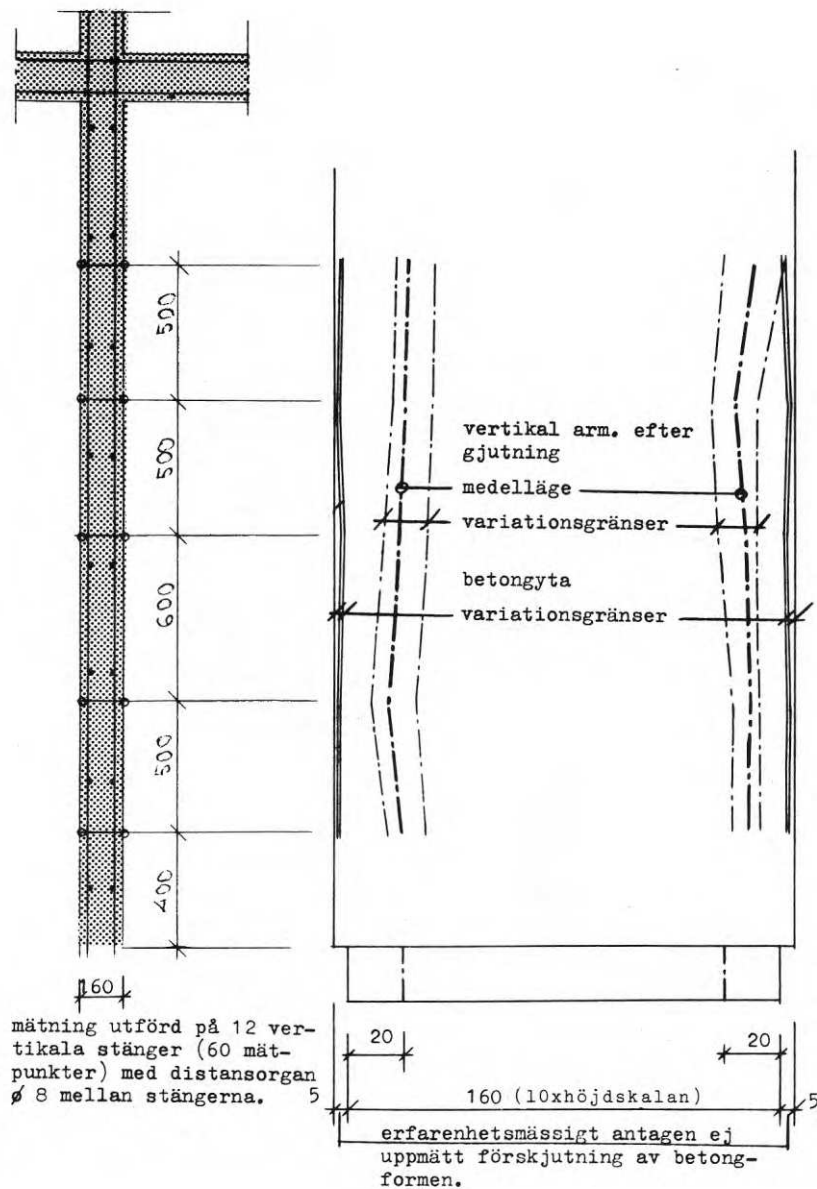


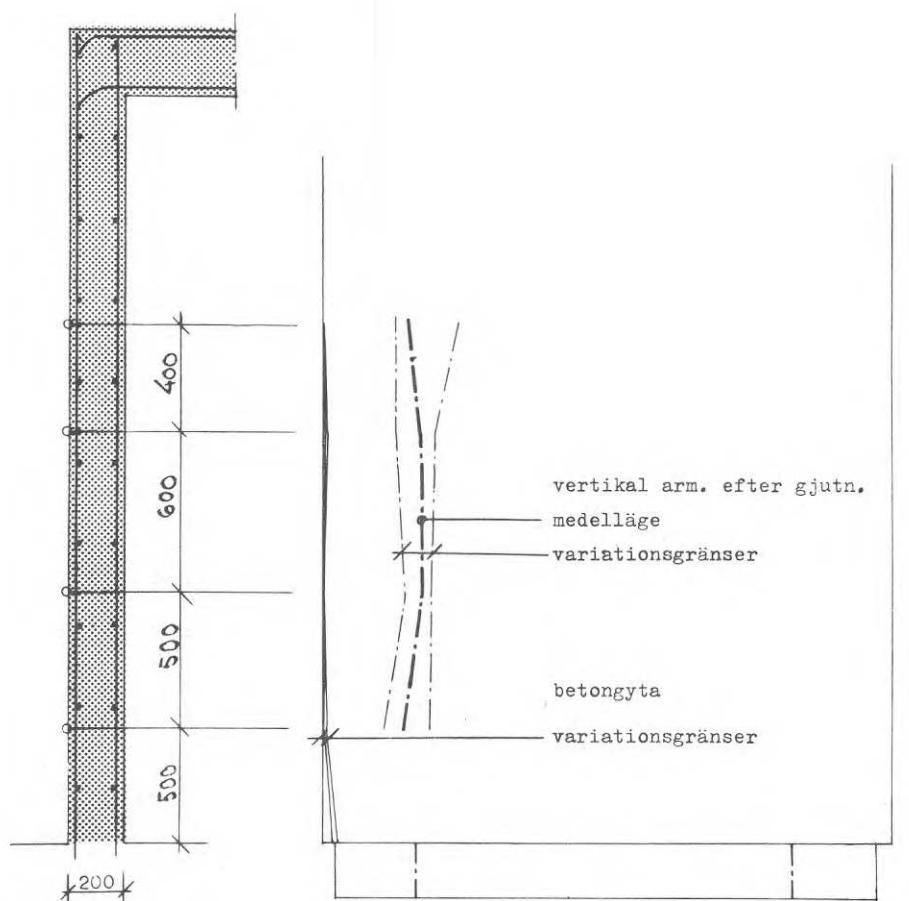
BIL. 31. Väggarmering, enkelsidig. Arbetsplats nr 7, V₁.

BIL. 32. Väggarmering, enkelsidig. Arbetsplats nr 7, V₂.

BIL. 33. Väggarmering, dubbelsidig. Arbetsplats nr 7, V₄.

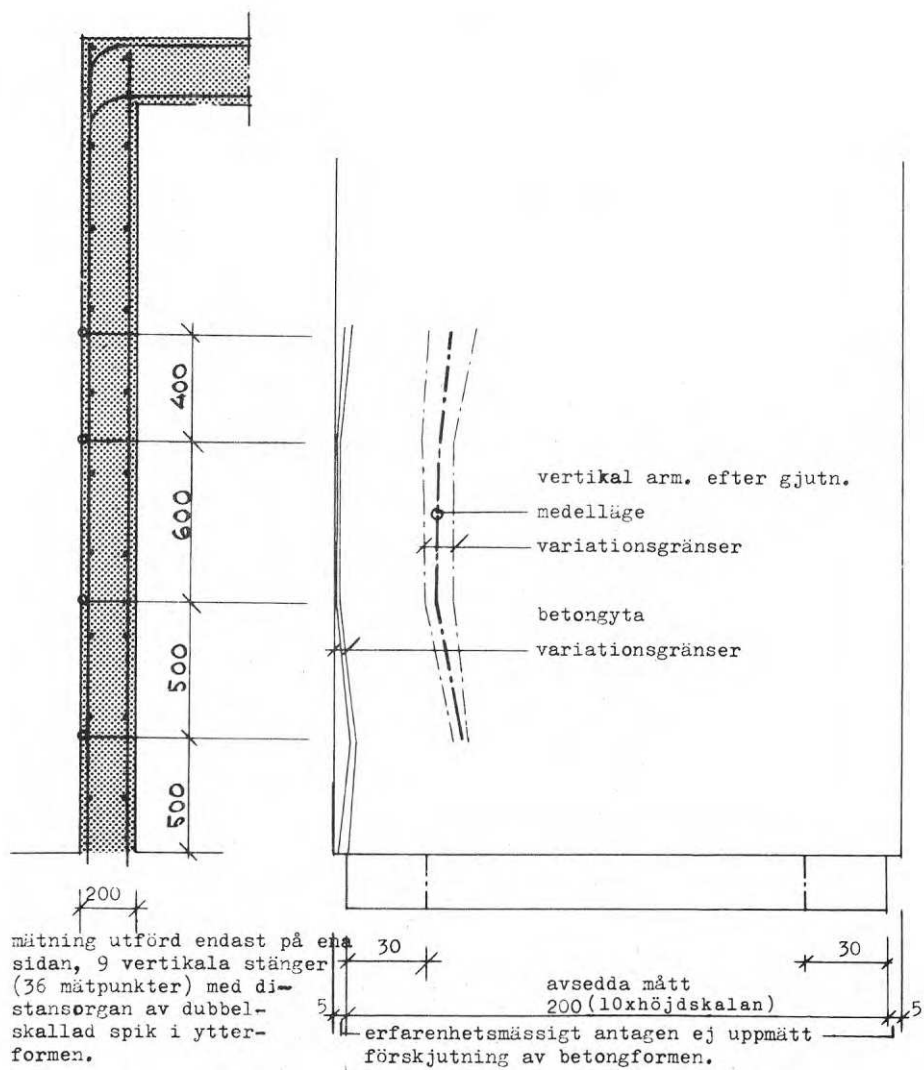
BIL. 34. Väggarmering, dubbelsidig. Arbetsplats nr 7, V₅.

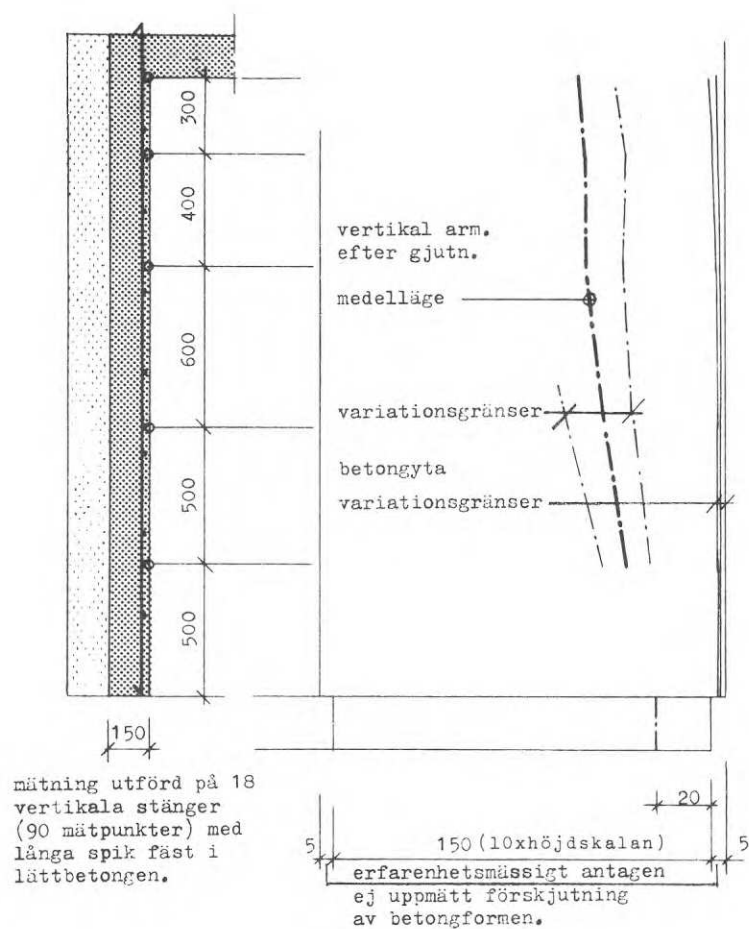
BIL. 35. Väggarmering, dubbelsidig. Arbetsplats nr 7, V₆.

BIL. 36. Väggarmering, dubbelsidig. Arbetsplats nr 9, V₇.

mätning utförd endast på ena sidan, 15 vertikala stänger (60 mätpunkter) med distansorgan av dubbelskallad spik i ytterformen.

30 30
5 5
avsedda mått
200 (10xhöjdskalet)
erfarenhetsmässigt antagen, ej uppmätt
förskjutning av betongformen.

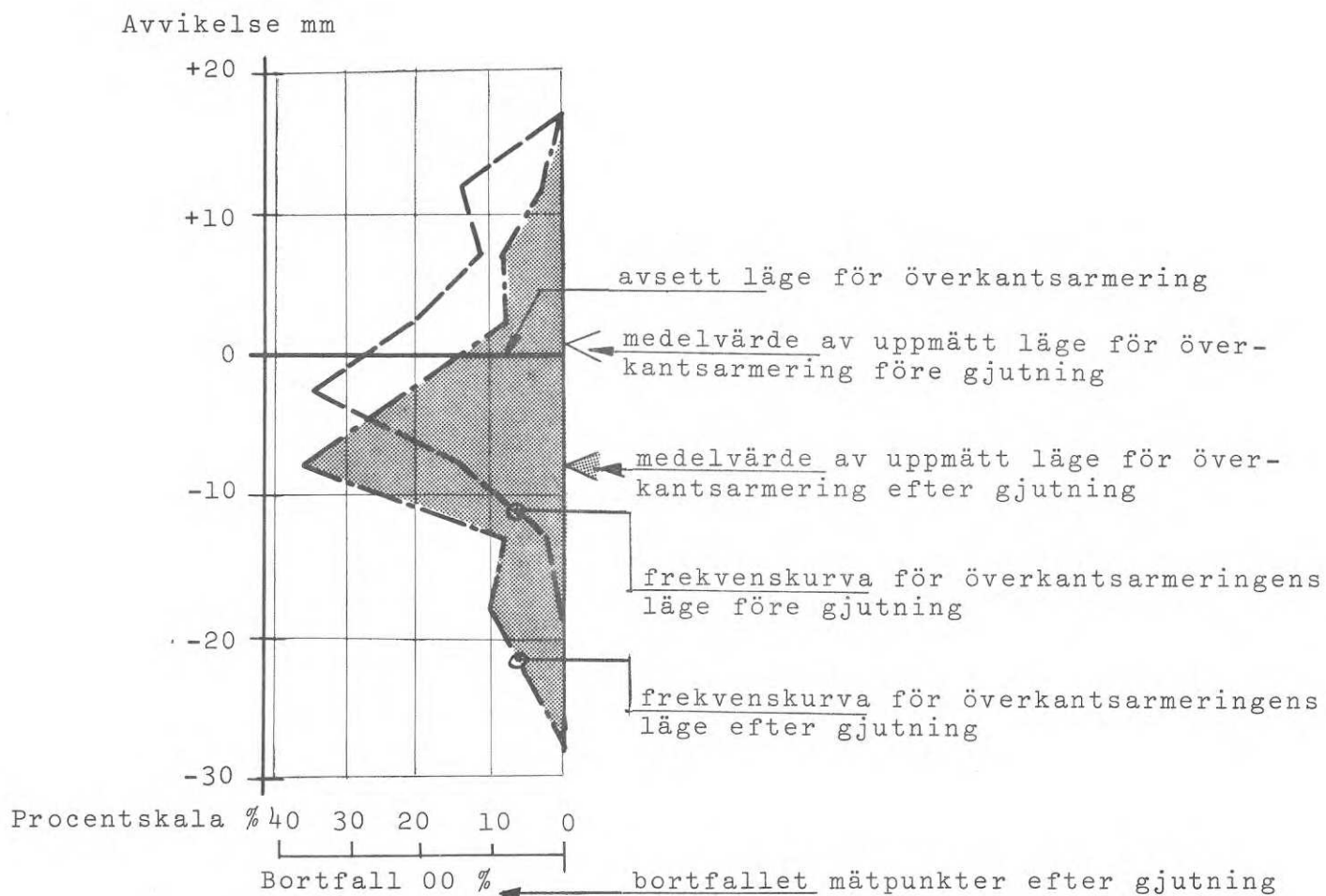
BIL. 37. Väggarmering, dubbelsidig. Arbetsplats nr 9, V₈.

BIL. 38. Väggarmering, enkelsidig. Arbetsplats nr 12, V₃.

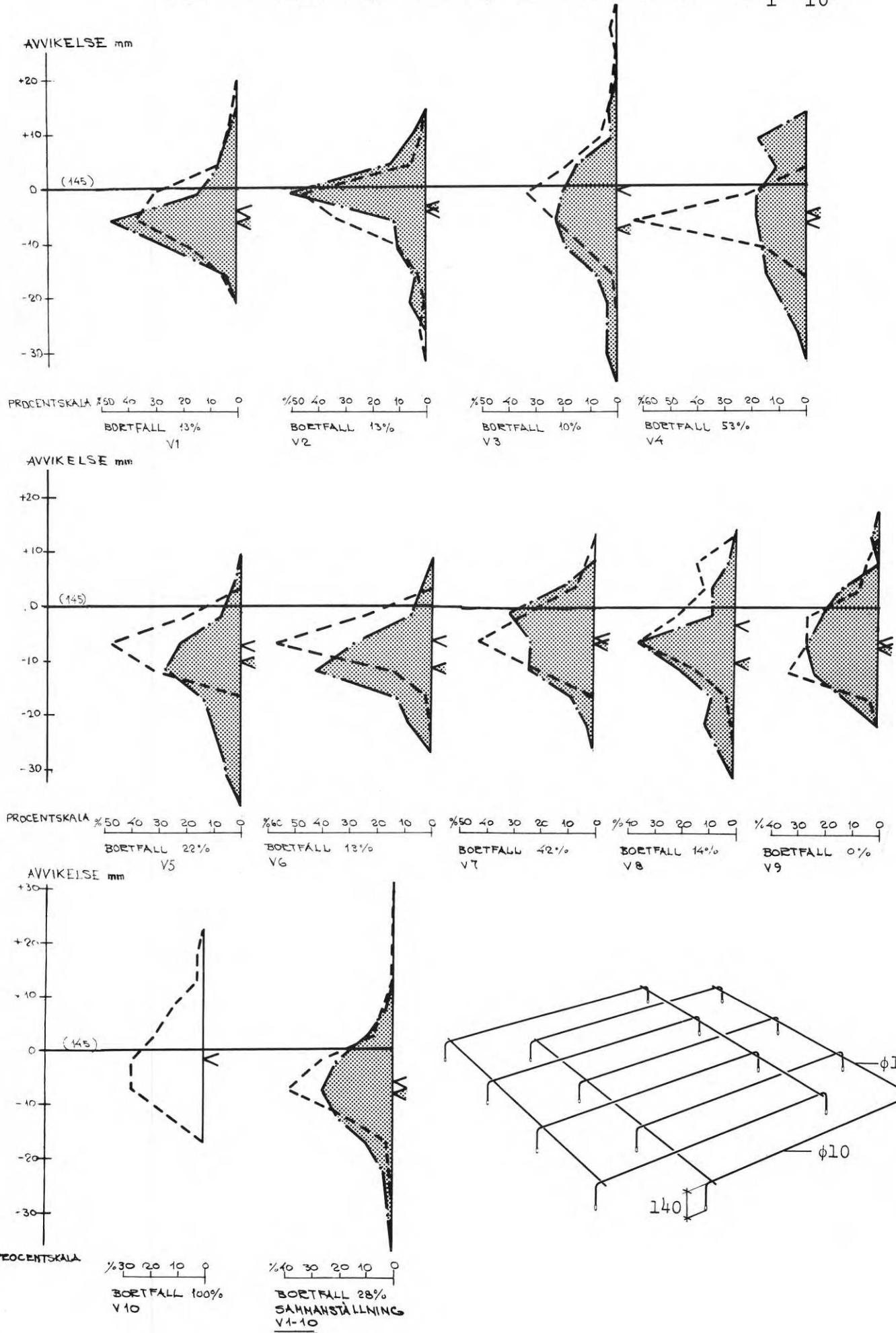
FREKVENSKURVOR

utvisande fördelningen av armerings-
stängernas avvikelser från det avsed-
da läget

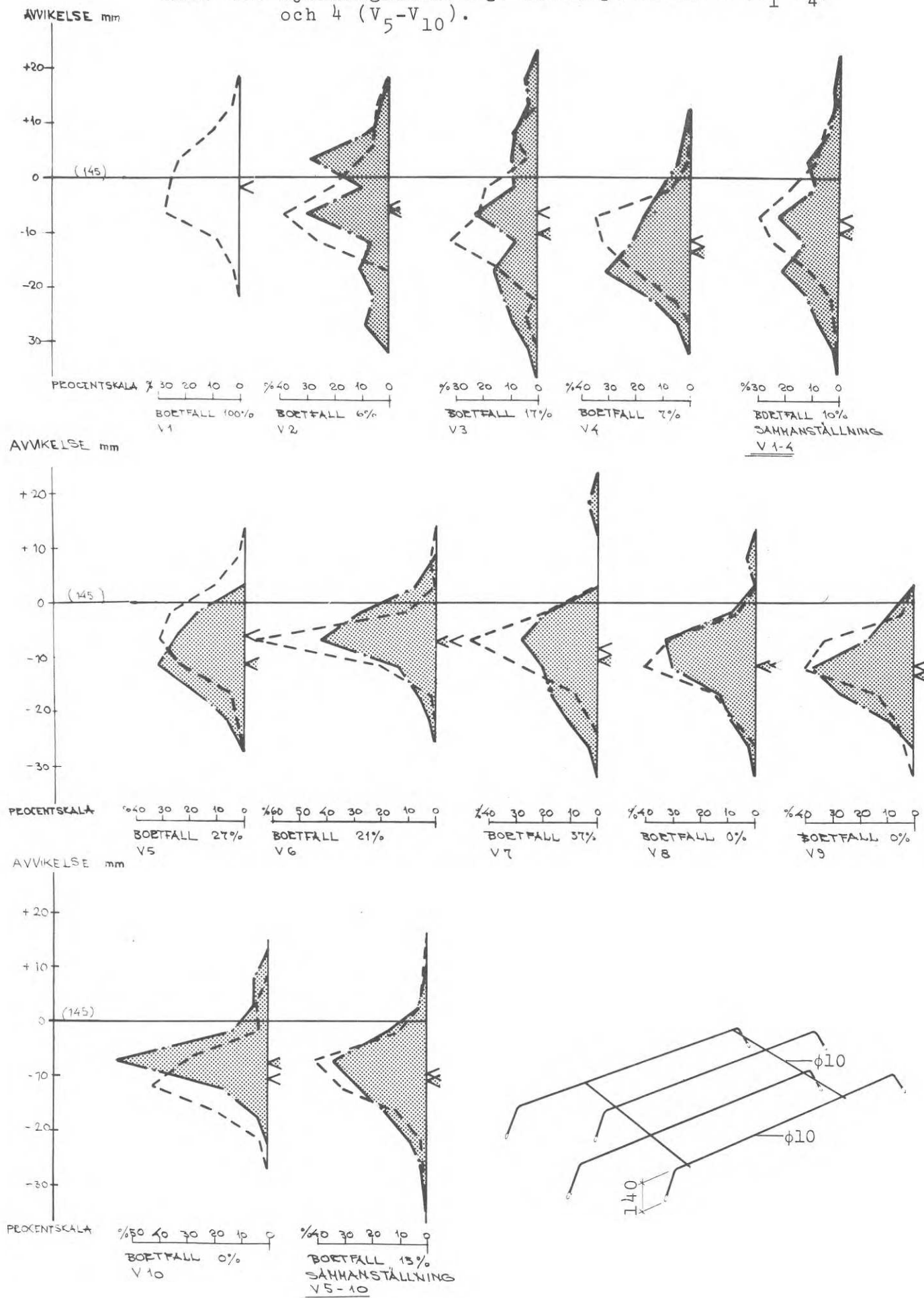
BIL. 39. Teckenförklaringar.



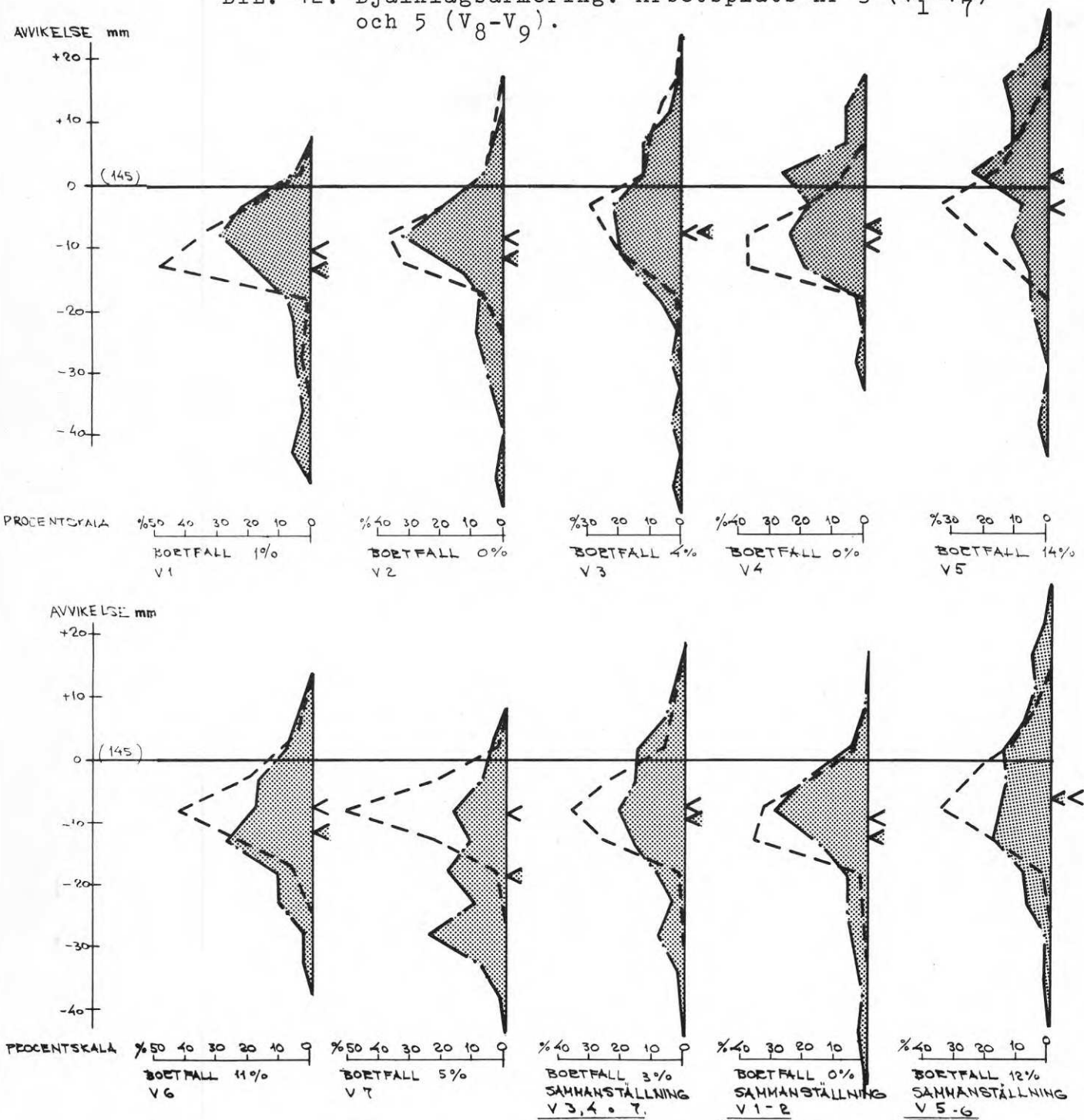
BIL. 40. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 1. (V_1-V_{10}).



BIL. 41. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 2 (V_1-V_4)
och 4 (V_5-V_{10}).

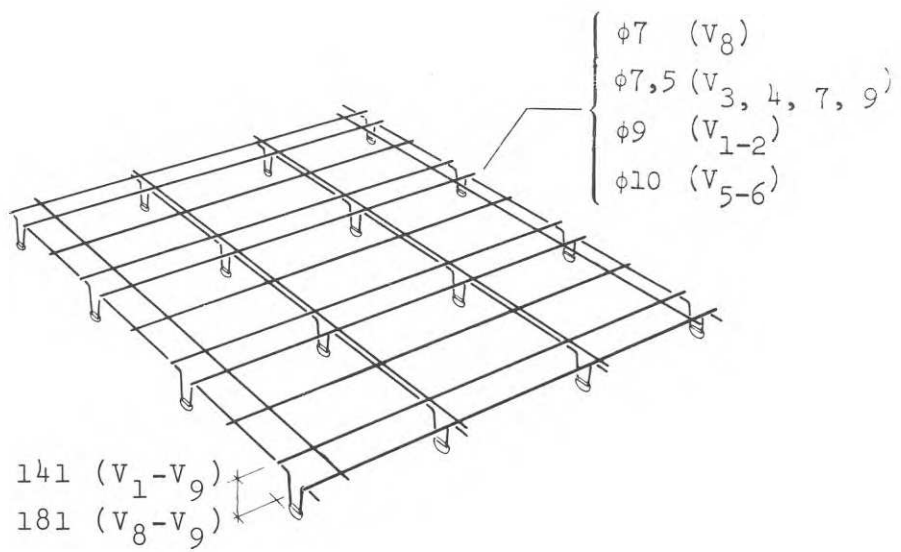
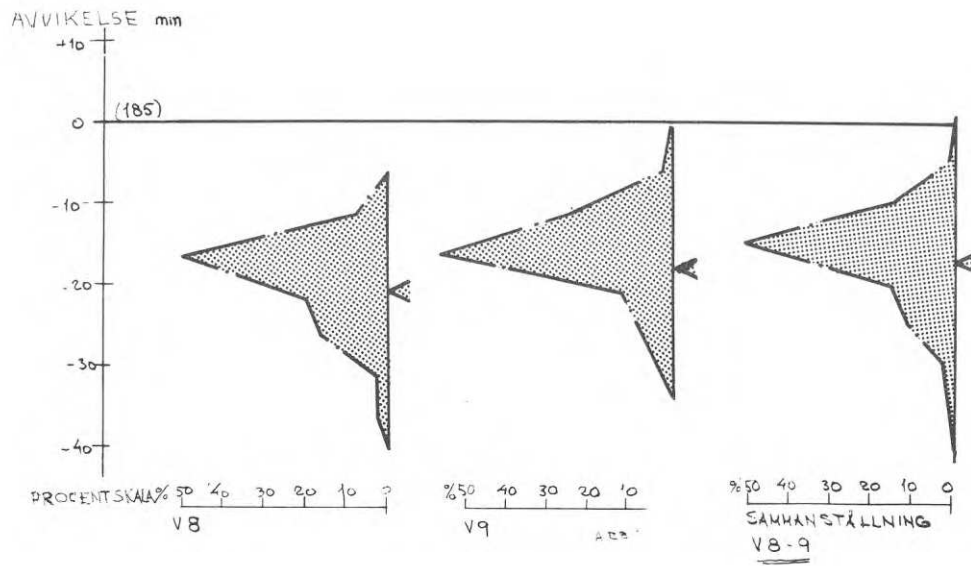


BIL. 42. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 3 (V_1-V_7)
och 5 (V_8-V_9).

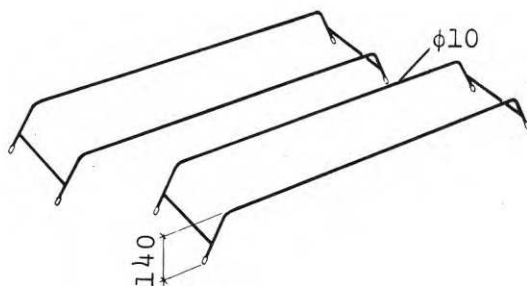
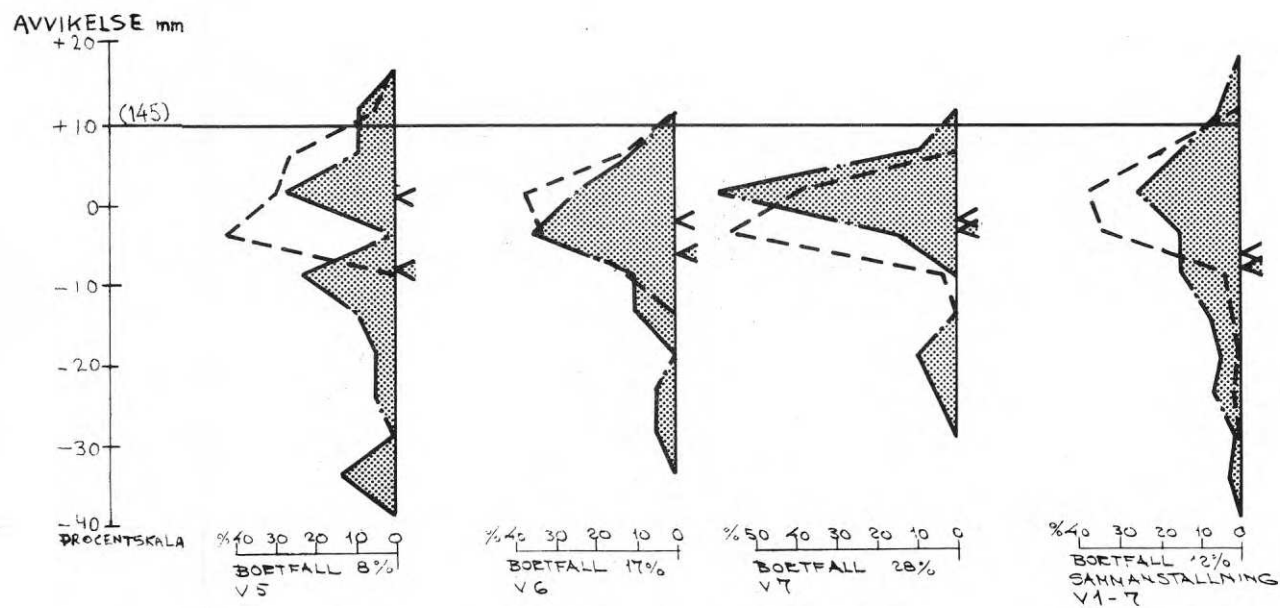
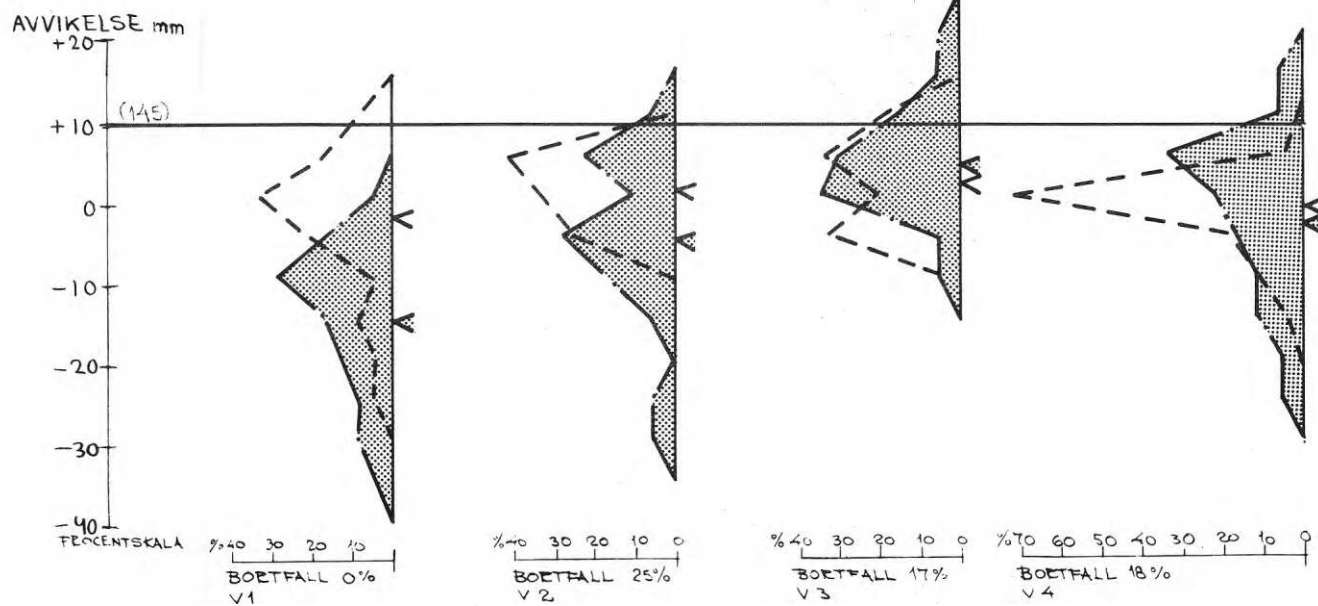


(Forts.)

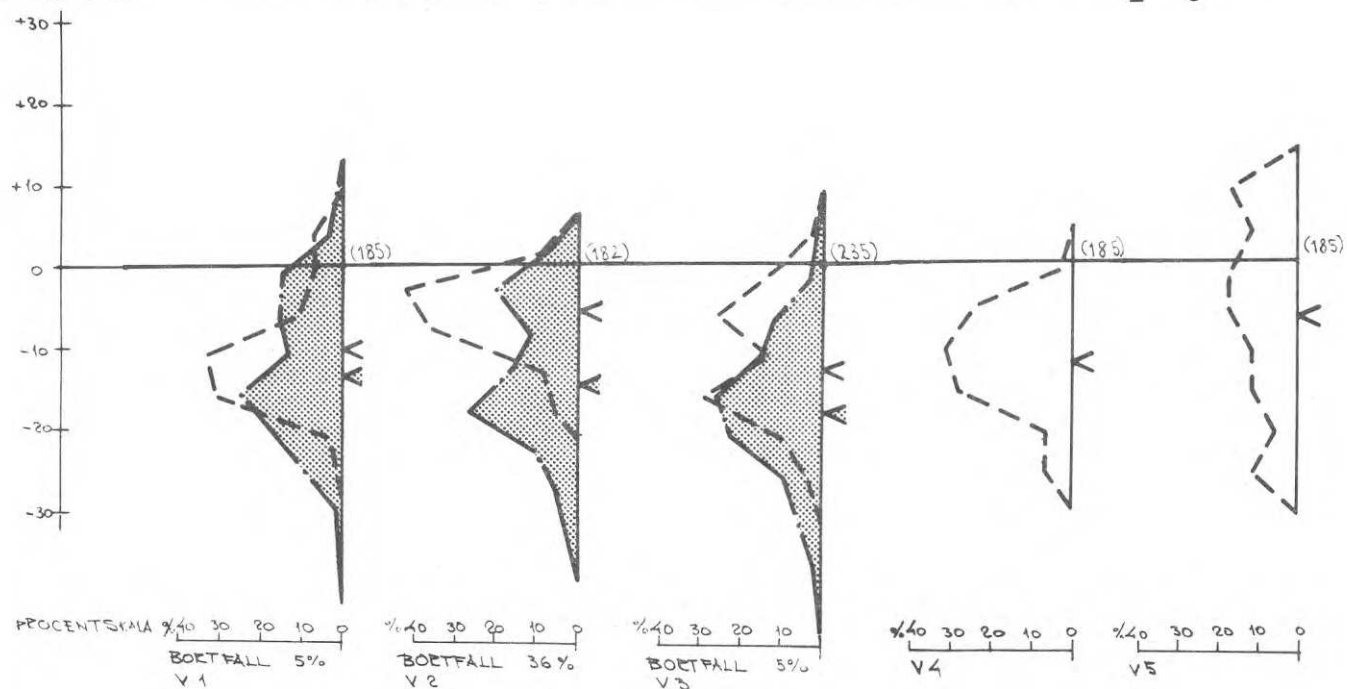
BIL. 42. Forts.



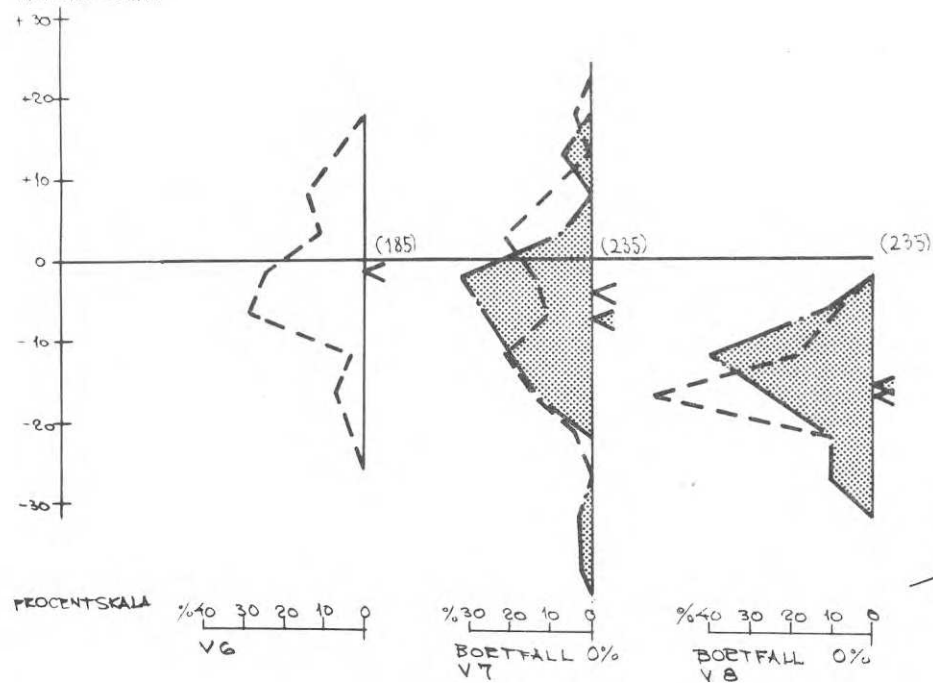
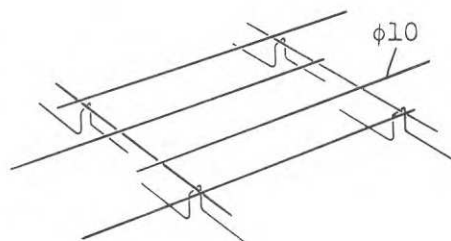
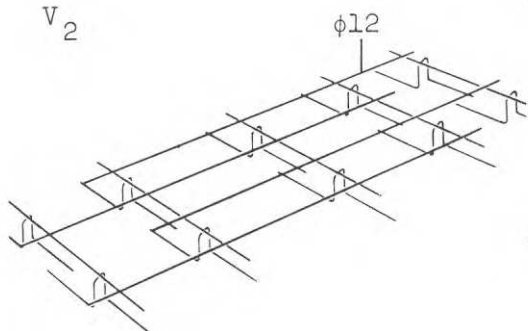
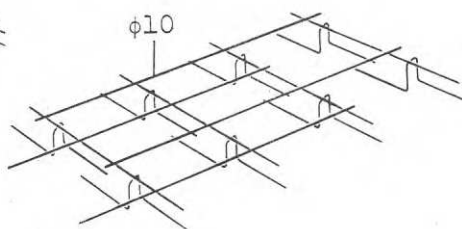
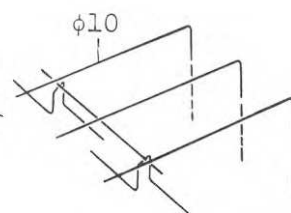
BIL. 43. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 6 (V_1-V_7).

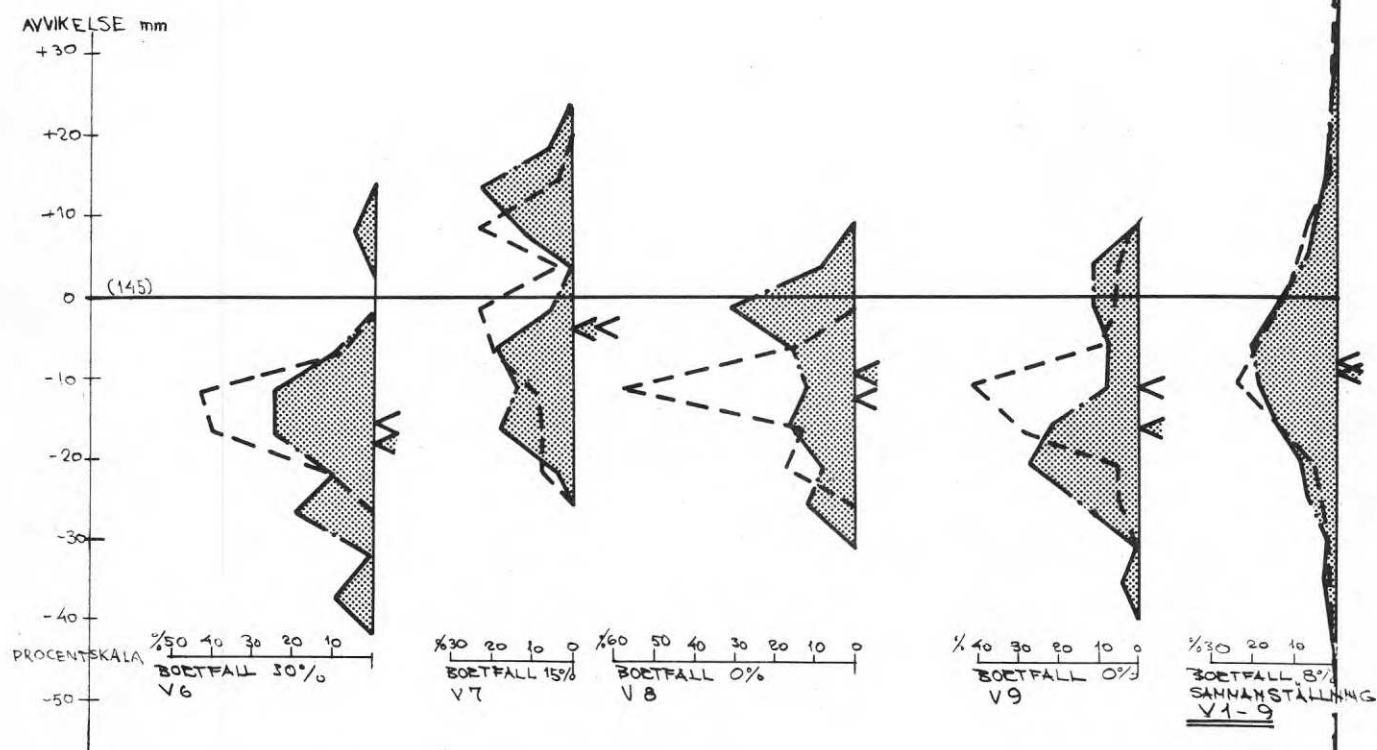
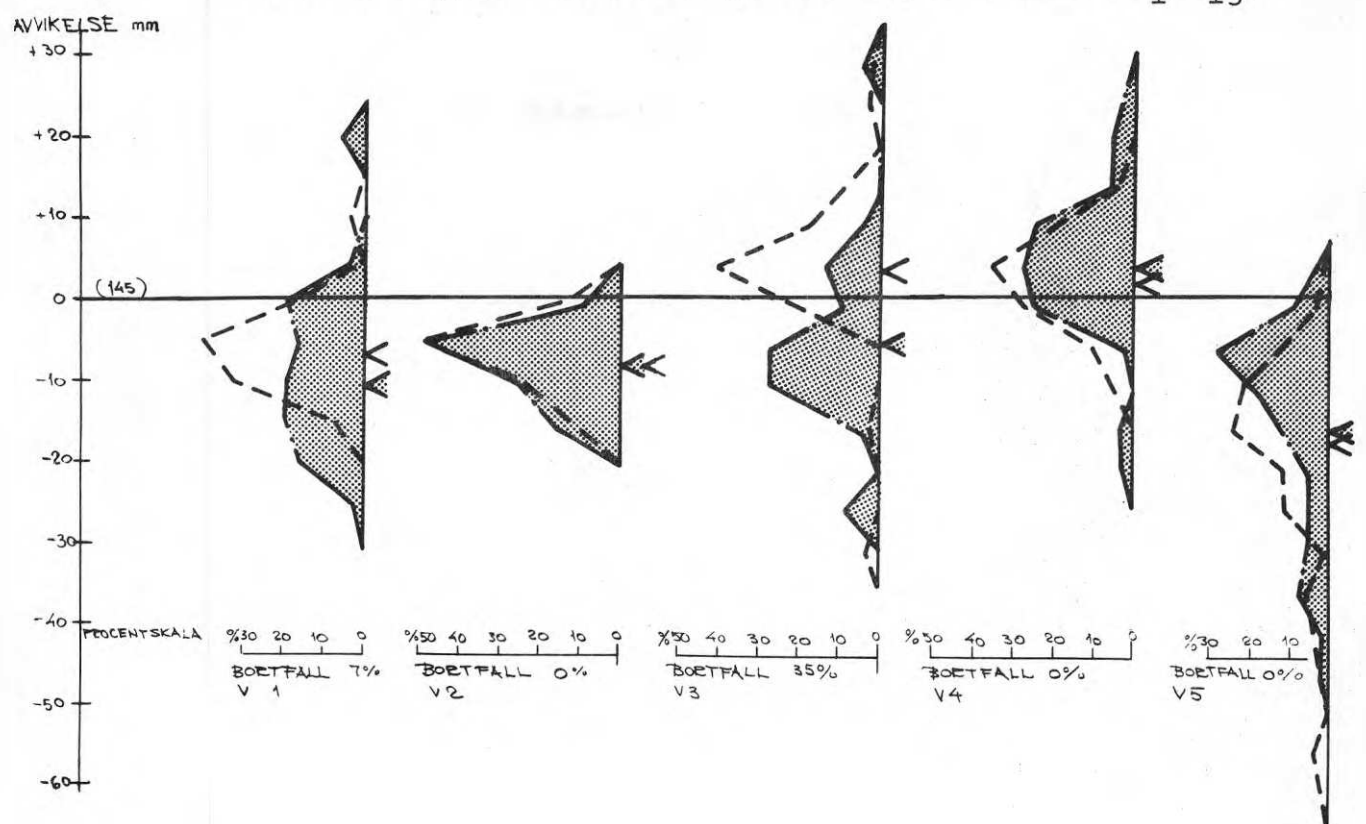


AVVIKELSE mm

BIL. 44. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 7 (V_1 - V_8).

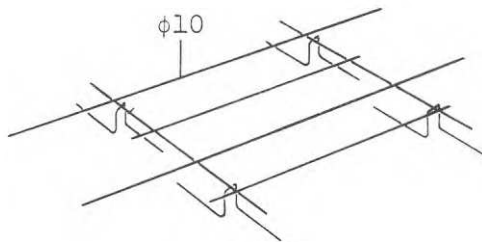
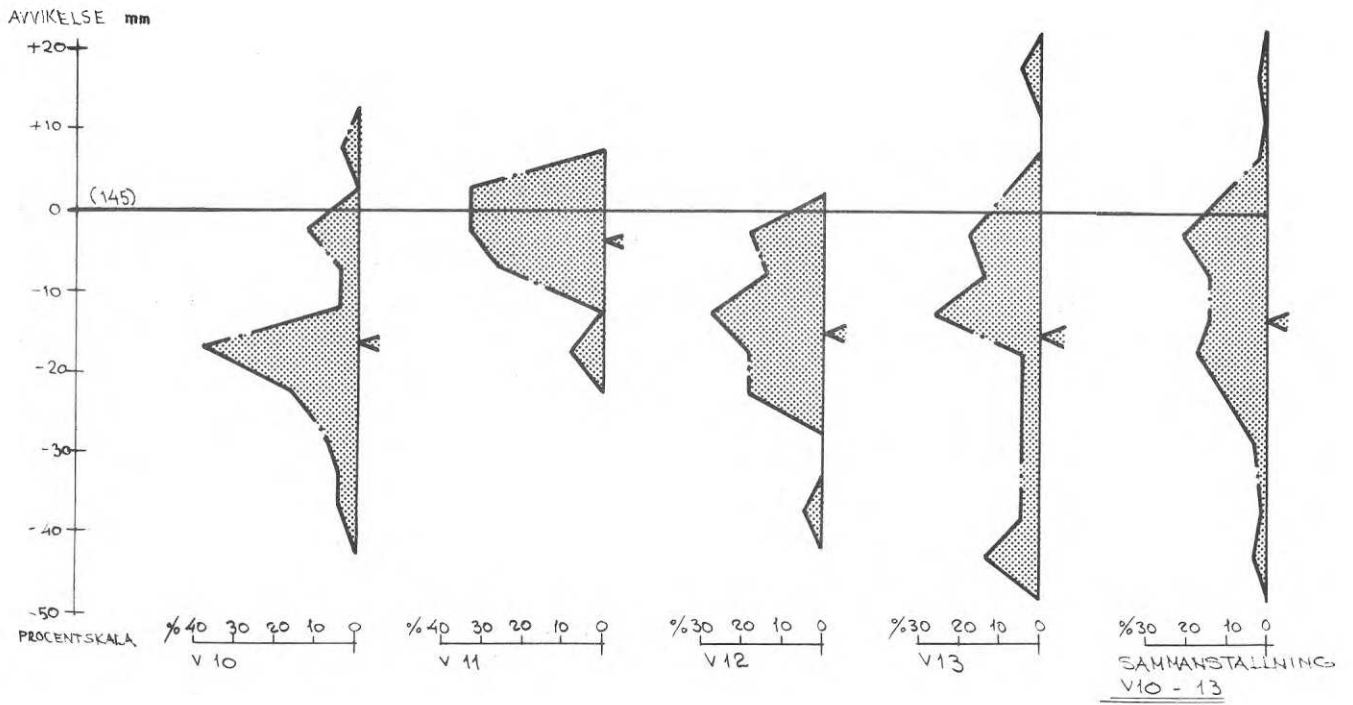
AVVIKELSE mm

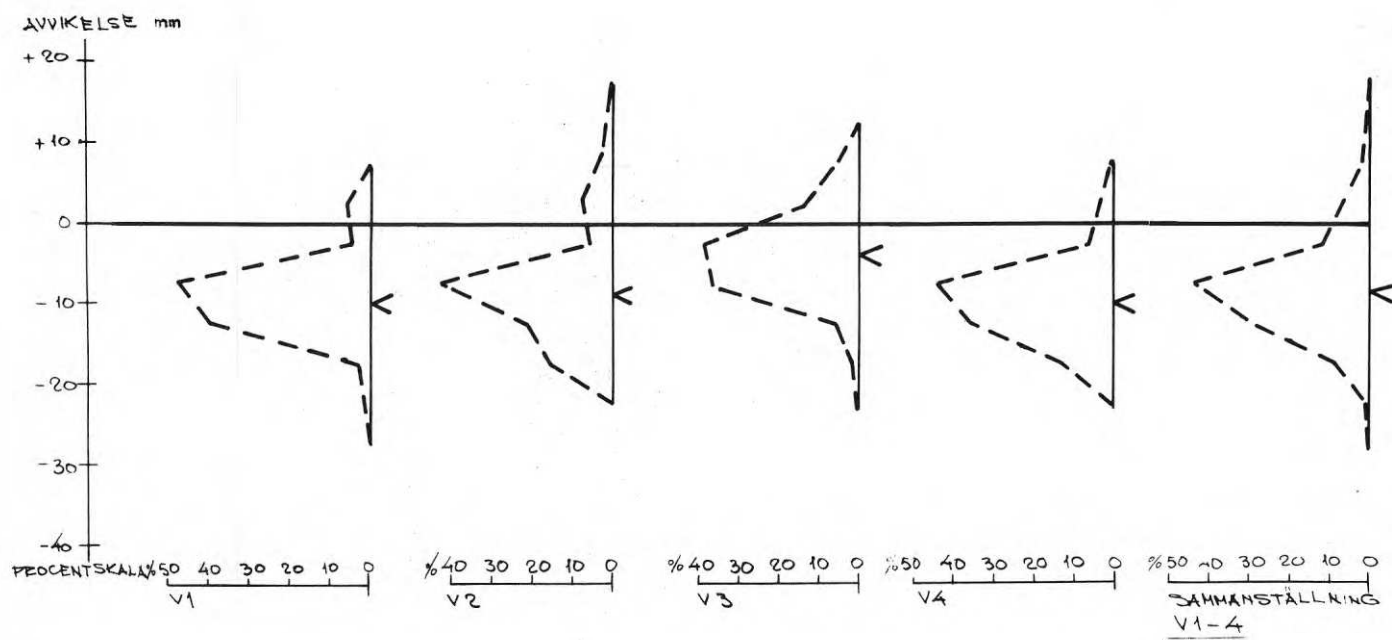
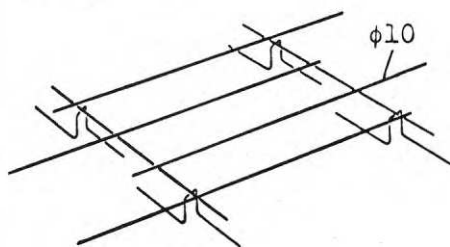
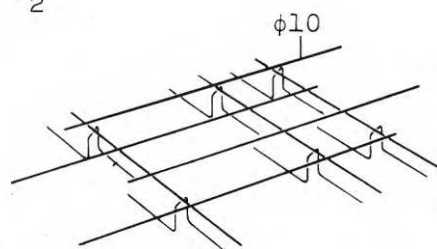
 V_1  V_2  V_3  V_4 - V_8 

BIL. 45. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 8 (V_1-V_{13}).

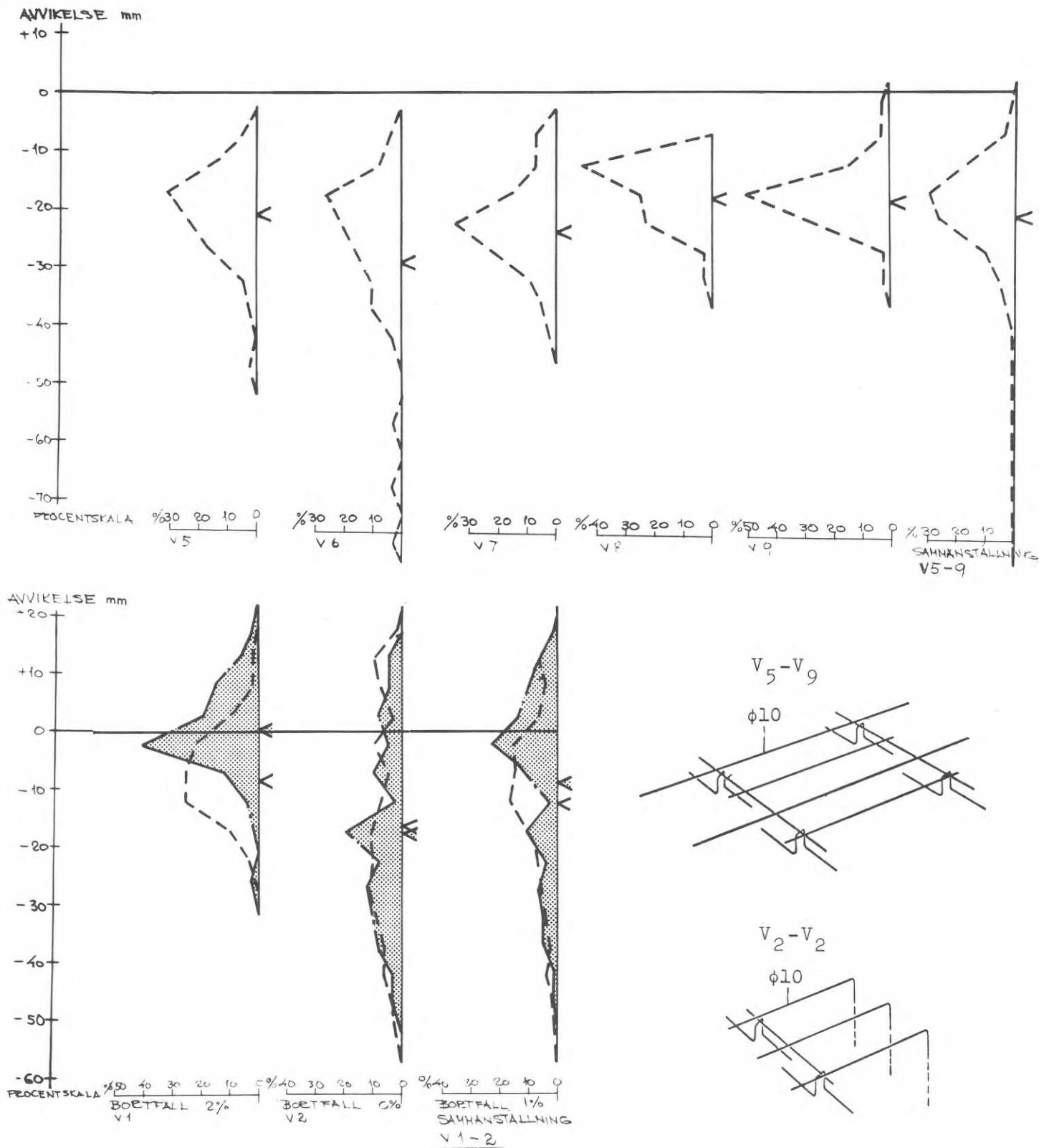
(Forts.)

BIL. 45. Forts.



BIL. 46. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 9 (V_1 - V_4). V_1, V_3, V_4  V_2 

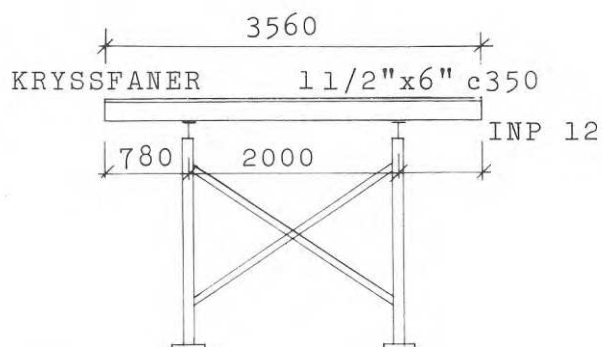
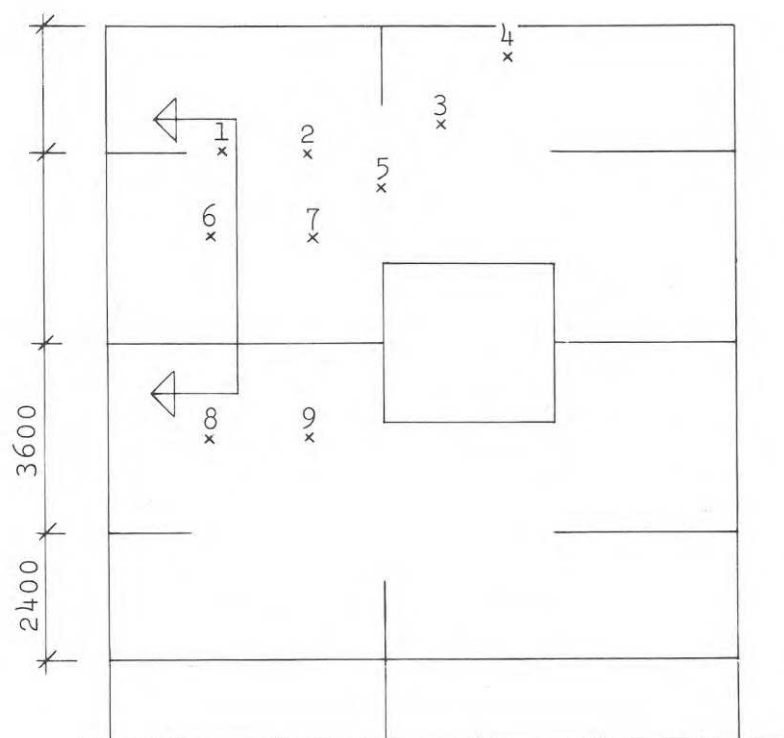
BIL. 47. Bjälklagsarmering. Arbetsplats nr 10 (V_1-V_2)
och 11 (V_5-V_9).



REDOVISNING

utvisande lägena hos bjälklagsfor-
mens översida före och efter gjut-
ningen

BIL. 48. Bjälklagsform. Arbetsplats nr 4.

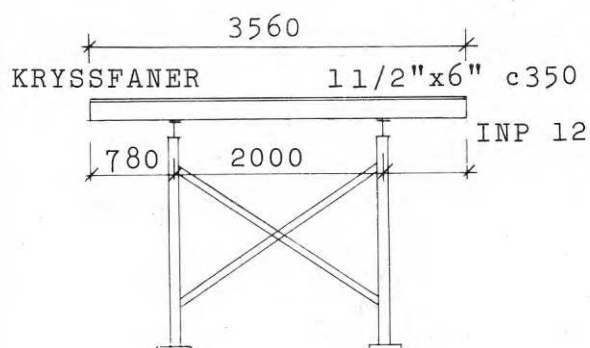
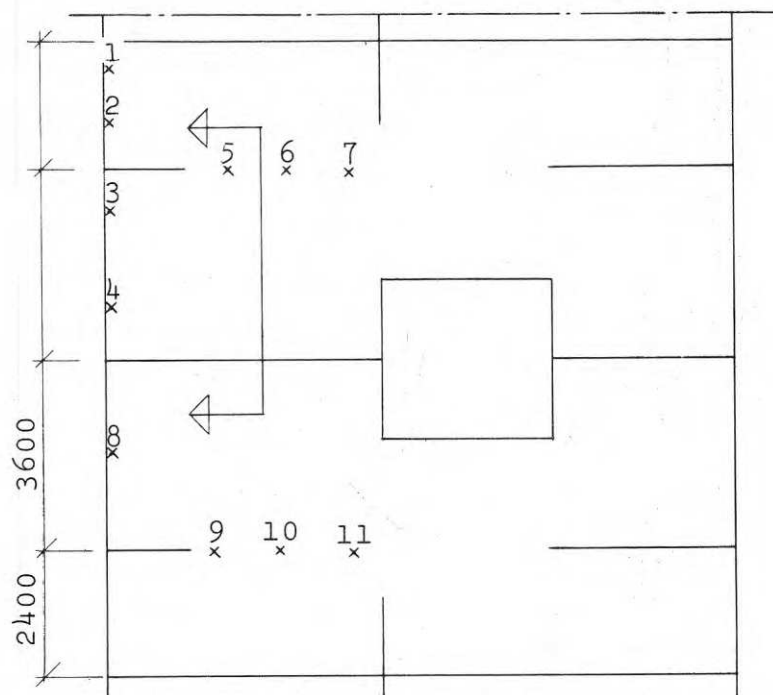


FORMBORD MED RÖRSTÄMP

spik nr	avvägning före gjutning	avvägning efter gjutning	ändring mm
1	127	121	-6
2	122	112	-10
3	128	125	-3
4	131	-	-
5	122	118	-4
6	132	123	-9
7	144	135	-9
8	137	125	-12
9	143	132	-11

Medelvärde -8,0 mm

BIL. 49. Bjälklagsform. Arbetsplats nr 8.

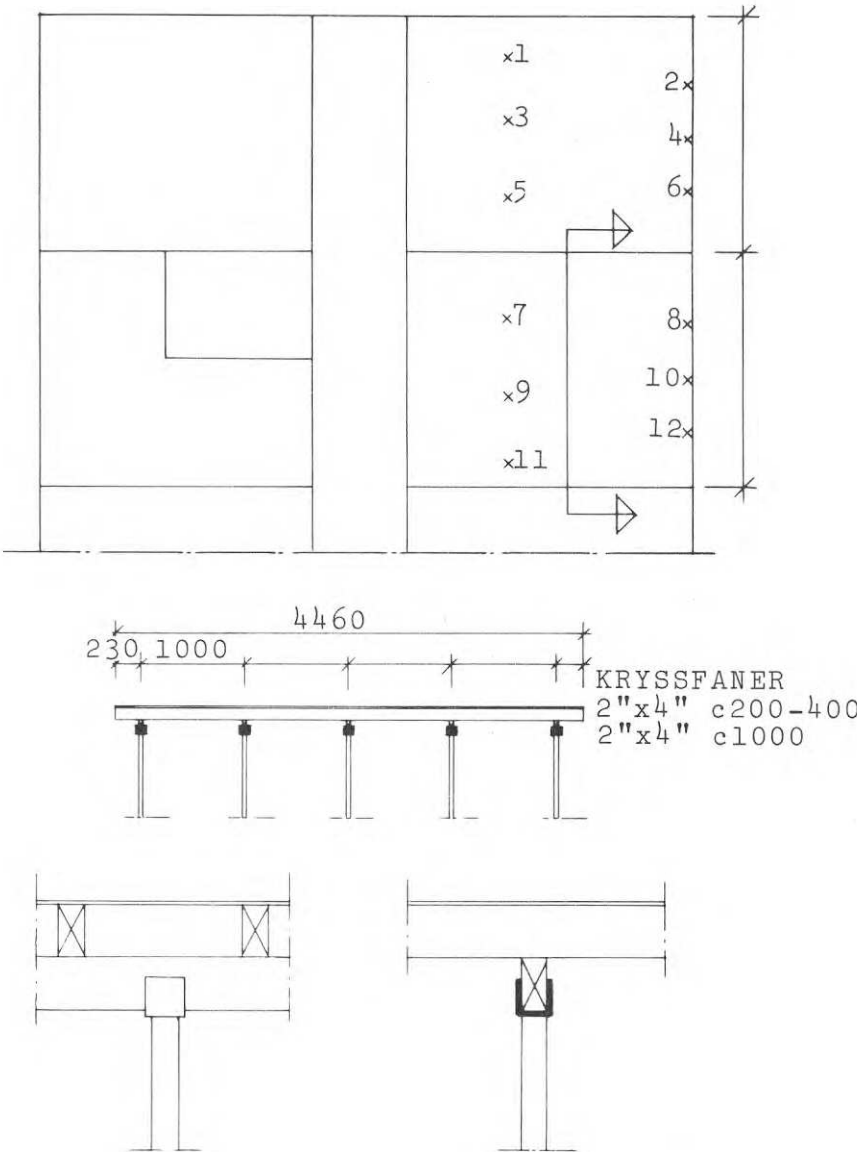


FORMBORD MED RÖRSTÄMP

spik nr	avvägning före gjutning	avvägning efter gjutning	ändring mm
1	143	142	-1
2	148	145	-3
3	142	136	-6
4	137	126	-11
5	11	9	-3
6	21	18	-3
7	19	8	-11
8	141	135	-6
9	29	19	-10
10	31	21	-10
11	24	15	-9

Medelvärde -6,6 mm

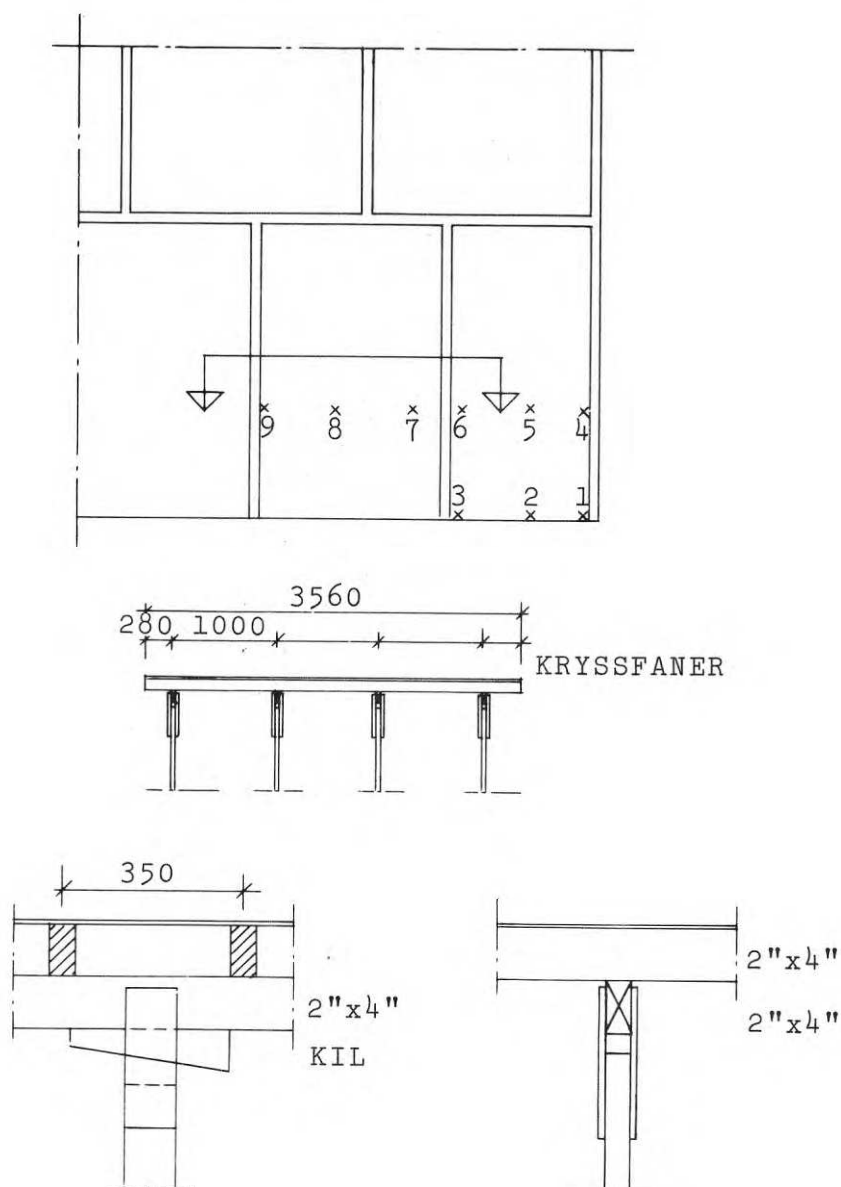
BIL. 50. Bjälklagsform. Arbetsplats nr 8.



spik nr	avvägning före gjutning	avvägning efter gjutning	ändring mm
1	29	36	-7
2	88	97	-9
3	35	39	-4
4	88	97	-9
5	21	26	-5
6	94	95	-1
7	31	35	-4
8	76	74	+2
9	27	29	-2
10	67	65	+2
11	25	28	-3
12	76	80	-4

Medelvärde -3,7 mm

BIL. 51. Bjälklagsform. Arbetsplats nr 11.



spik nr	avvägning före gjutning	avvägning efter gjutning	ändring mm
1	84	89	-5
2	92	97	-5
3	76	78	-2
4	82	84	-2
5	75	-	-
6	77	80	-3
7	78	83	-5
8	81	-	-
9	74	75	-1

Medelvärde -3,3 mm

R5:1970

Denna rapport avser anslag nr C 366:1 från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking Konsulterande Ingenjörbyrå AB, Uppsala

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Abonnemangsgrupp: k (konstruktion)**

Pris: 15 kronor